



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002198329 A

(43) Date of publication of application: 12.07.02

(51) Int. Cl.

H01L 21/304  
B24B 37/04

(21) Application number: 2001380667

(22) Date of filing: 28.10.96

(30) Priority: 27.10.95 US 1995 549336

(62) Division of application: 08322075

(71) Applicant: APPLIED MATERIALS INC

(72) Inventor:  
PERLOV ILYA  
GANTVARG EUGENE  
LEE HARRY Q  
TOLLES ROBERT D  
SHENDON NORM  
SOMEKH SASSON

(54) CONTINUOUS-PROCESSING SYSTEM OF  
CHEMICAL MECHANICAL POLISHING

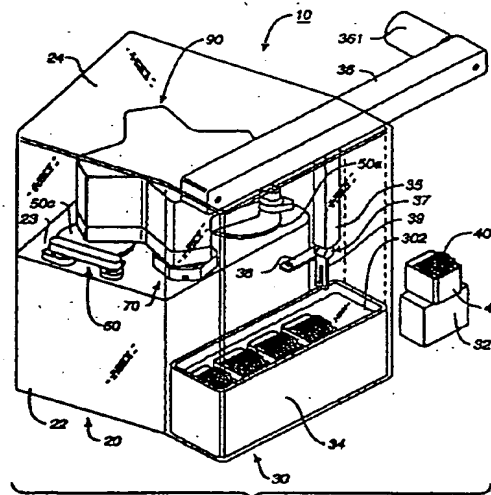
wafer heads.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To minimize a risk of contamination and damage of a substrate as well as allow optimization of polishing through-put, planarity, and finishing.

**SOLUTION:** A number of, e.g. four of the same wafer heads are placed so as to be distributed uniformly around a center supporting body of a carousel supporting plate. The carousel frame supported in the center locates the wafer heads and the substrates when in rotating. Each of the heads can rotate independently and can make independently a reciprocating motion in the radial direction in a slot formed on the head plates. Since a carousel assembly for supporting the wafer heads are fixed longitudinally, relative motion between wafer accepting surfaces of the wafer heads and the longitudinally-fixed supporting body needs making in order to ascend/descend the wafers from the surfaces of the polishing heads. In one of the constructions, the motion to be needed in the longitudinal direction may be carried out by the motion between the wafer accepting surfaces of the wafer heads and the top members of the



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-198329

(P2002-198329A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 L 21/304

識別記号

6 2 1

6 2 2

6 4 1

6 4 8

F I

H 0 1 L 21/304

テマコード(参考)

6 2 1 D

3 C 0 5 8

6 2 2 G

6 4 1

6 4 8 C

B 2 4 B 37/04

B 2 4 B 37/04

Z

審査請求 未請求 請求項の数67 O L (全 82 頁)

(21) 出願番号 特願2001-380667(P2001-380667)

(62) 分割の表示 特願平8-322075の分割、

(22) 出願日 平成8年10月28日(1996.10.28)

(31) 優先権主張番号 08/549336

(32) 優先日 平成7年10月27日(1995.10.27)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド

APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95054 サンタ クララ パウアーズ ア  
ベニュー 3050

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外2名)

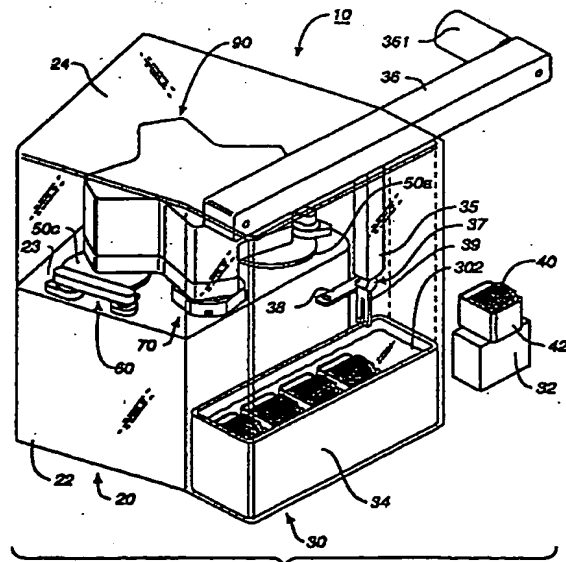
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ケミカルメカニカルポリッシングの連続処理システム

(57) 【要約】

【課題】 基板の汚染や破損のリスクを最小にしつつ、研磨のスループット、平坦性及び仕上の最適化を可能にする。

【解決手段】 本発明に従った構成では、多数の、例えば4つの、同一のウエハヘッドが、カルーセル支持板の中心支持体の周りに均等に分布するように設置される。中心で支持されるカルーセルフレームは、回転しているときは、ウエハヘッド及び基板を配置させる。ヘッドそれぞれは、独立して回転でき、また独立して、ヘッド板に形成されたスロットの中に、放射方向往復運動をすることが可能である。ウエハヘッドを保持するカルーセル組立体が縦に固定されているためポリッシングパッドの表面からウエハを昇降させるためには、ウエハヘッドのウエハ受け面とカルーセルアームの縦固定支持体との間に相対運動をさせる必要がある。構成の1つでは、ウエハヘッドのウエハ受け面とウエハヘッドの頂部部材との間の相対運動により、必要な縦方向の運動が与えられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウエハ搬送プロセスであって、タブの中の浴の中に複数のウエハを収容するカセットを移送するステップであって、前記浴の中に静置されている前記カセットの中に収容されている前記ウエハの主面は実質的に垂直に伸びる、前記ステップと、前記浴の中に配置されている前記カセットの中に収容されている前記ウエハの選択された1つをウエハ処理装置へと移送するステップとを有するウエハ搬送プロセス。

【請求項2】 前記カセットが、前記主面が垂直方向に15°未満の角度で傾斜するように、前記浴中に静置される請求項1に記載のウエハ搬送プロセス。

【請求項3】 前記移送するステップが、前記選択されたウエハを前記浴中に挿入されたブレードに真空チャックする請求項1に記載のウエハ搬送プロセス。

【請求項4】 ウエハ搬送システムであって、複数の基板を保持するための、複数の別々の収容位置を自身の中に有するカセットと、自身の中に収容された液体浴の中に前記カセットを保持するためのタブと、

可動アームに取り付けられ、前記液体浴中に保持された前記カセットに保持された前記複数の基板の何れか1つに並置するために、前記タブの中に配置可能な、ブレードであって、前記ブレードは、前記何れか1つの基板に向かって並置する側にリセスを有する、前記ブレードと、

前記浴中の前記何れか1つの基板を選択的に真空チャックするように、前記リセスに接続された、選択的な真空源とを備えたウエハ搬送システム。

【請求項5】 前記リセスの中のガス圧力を測定して、前記浴中で前記何れか1つの基板が真空チャックされた事を決定するセンサーを、更に備える請求項4に記載のウエハ搬送システム。

【請求項6】 ブラータン組立体の頂部上のポリシング面にポリシング液を供給する方法であって、前記ブラータン組立体を回転させる回転のステップであって、壁面と底面が前記ブラータン組立体に堅固に取り付けられて、前記底面の上面でリザーバーを画成する、前記回転のステップと、

前記ブラータン組立体を回転可能な状態で支持する本体に取り付けられた静的な液体ポートから、前記ポリシング液を前記リザーバーに充填させる、充填のステップと、

前記リザーバーから前記回転するブラータン組立体に形成された通路を介して前記ポリシング面に隣接する前記ブラータン組立体の頂部まで、前記ポリシング液をポンプ輸送する、輸送のステップとを有する方法。

【請求項7】 前記輸送のステップが、前記回転するブラータン組立体上に載置されるポンプにより行われる請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記ブラータン組立体に回転可能な状態でつながった空気圧ラインを介して、前記ポンプに空気圧を与えるステップを更に有する請求項7に記載の方法。

【請求項9】 ポリシング装置及び液体ポリシング供給装置であって、自身の表面上にポリシング面を有する回転可能なブラータン組立体と、

前記ブラータン組立体の回転軸の周りで且つ前記ポリシング面の下で、前記回転可能なブラータンに固定される略環状のリザーバーと、

前記ポリシング面と前記リザーバーとの間に垂直に配置され前記回転可能なブラータン組立体と相対的に固定される、ポリシング液のためのポートと、

前記ポリシング液を前記リザーバーから前記ポリシング面に隣接する前記回転可能なブラータン組立体の上面にポンプ輸送することが可能な、前記回転可能なブラータン組立体の上で回転するポンプとを備えるポリシング装置。

【請求項10】 前記回転可能なブラータン組立体に固定され、前記ポンプへ選択的に動力を与えるために前記ポンプにつながっている静的なラインと回転可能なラインとをつなげる、ロータリーカップリングを更に有する請求項9に記載のポリシング装置。

【請求項11】 前記ブラータンが、実質的にその回転中心に配置されるポートを有し、前記ポンプが前記ポリシング液を前記ポートへポンプ輸送する請求項9に記載のポリシング装置。

【請求項12】 回転するブラータン上に支持されたポリシングパッドを取り除く方法であって、前記回転ブラータンと前記ポリシングパッドとの間の境界面の中心部分に流体を吹き付けて、前記ブラータンから前記パッドを引き剥がす、吹き付けのステップを有する、方法。

【請求項13】 前記ブラータンの回転を停止させるステップと、

前記ブラータンに固定されたカップリングに流体ホースを取り付けるステップと、

その後、前記流体ホースに前記流体の正流体圧を与えるステップとを、前記吹き付けのステップの前に有する請求項12に記載の方法。

【請求項14】 パッド引き剥がしを有するポリシング装置であって、

ポリシングパッドを自身の上に支持する回転可能なブラータンと、

前記ブラータンを介して前記パッドを支持するその中心部分まで通じる通路と、

前記通路に選択的に接続する正流体圧の流体源であって、前記正流体圧はバブルを発生して前記パッドを前記ブラータンから分離させる、前記流体源とを備えるポリシング装置。

【請求項 15】 前記ブラーテンが回転していない間に着脱しようとする前記通路と前記流体源との間に、着脱可能な接続部を更に有する、請求項 14 に記載のポリシング装置。

【請求項 16】 基板の中心合せを行うための装置であって、

自身の表面上に基板を受容するためのベDESTALと、

前記ベDESTALを支持するコラムと、

前記ベDESTALの周囲に実質的に等角度間隔で配分される 3 つの中心合せ組立体であって、前記中心合せ組立体のそれぞれは、

前記ベDESTALの外周縁におよそ配置される中心合せ部材と、

前記ベDESTALの下に放射方向に伸びて、自身の遠端上に前記中心合せ部材を支持するアームと、

前記コラムに沿って下向きに伸びて、前記アームの近端を自身の上面で支持するリブとを備える前記中心合せ組立体と、

前記コラムに隣接する前記リブの下端部を支持するヒンジと、

自身の上端と下端との間で前記リブに接続するアクチュエーターとを備える中心合せ装置。

【請求項 17】 中心部材のそれぞれが、前記アームの前記遠端上で旋回可能な状態で支持され、且つ、前記ベDESTAL上で支持される前記基板と選択的に係合可能な 2 つのフィンガを自身の端部に有する、爪を備える、請求項 16 に記載の中心合せ装置。

【請求項 18】 前記コラムとこれに付随する前記ベDESTALとが、前記中心合せ部材に対して垂直に可動である請求項 16 に記載の中心合せ装置。

【請求項 19】 前記中心合せ部材のそれぞれが前記ベDESTALの外周縁に配置された垂直ピンを有し、中心合せ装置のそれぞれに対して、前記垂直ピンのどちらの側にも実質的に水平に伸びて前記中心合せ装置の運動を相対的に固定する、1 対の調心歯が具備される、請求項 16 に記載の中心合せ装置。

【請求項 20】 ロータリー流体ユニオンであって、中心シャフトと、前記中心シャフトを包囲しそれと共に回転可能である略環状の外側部材と、

前記中心シャフトに沿って軸方向に通過し、自身から外面に向かって接続するそれぞれの横断通路を有する、第 1 の複数の軸通路と、

前記外側部材に形成された第 1 の複数の流体通路と、

前記中心シャフト又は前記外側部材に形成され、前記中心シャフトの前記横断通路のそれぞれ 1 つ及び前記外側部材の前記流体通路のそれぞれ 1 つと流体連通する、第 1 の複数の環状マニホールドと、

前記マニホールドの側部に配置され、前記マニホールドの中心に向かって伸びるリップ部分を有し、裏側部分を有する、環状リップシールと、

前記リップシールの前記裏側部分の背面に配置され、自身の流体圧よりも低い流体圧の流体圧源に接続する、流体通路とを備えるロータリーユニオン。

【請求項 21】 前記環状マニホールドのそれぞれの軸方向に対立する側に 2 つのリップシールが配置される請求項 20 に記載のロータリーユニオン。

【請求項 22】 前記リップシールの前記裏側部分が、前記外側部材に取り付けられた裏面上に置かれている請求項 21 に記載のロータリーユニオン。

10 【請求項 23】 前記流体通路が、軸方向に別れる別々の軸方向部分を有する請求項 22 に記載のロータリーユニオン。

【請求項 24】 前記裏面が、前記軸方向部分同士の間配置可能な環状部材である請求項 23 に記載のロータリーユニオン。

【請求項 25】 自己張力による機械的表面処理装置であって、機械的に処理しようとする略平坦な基板を保持するための受容面と、

20 自身が回転し且つ第 1 の方向に前記基板を押圧するとき、前記基板を機械的に処理するため表面処理面を自身の上に保持するための、回転表面コンディショニングヘッドと、

前記コンディショニングヘッドに固定され且つこれを回転する円形回転部分を、自身の遠端で支持するアームと、

旋回軸の周りに前記アームの近端を旋回可能な状態で支持する支持構造体と、

30 前記支持構造体に固定され、且つ、前記旋回軸から前記第 1 の軸に対向する配置で、自身の端部に取り付けられる円形駆動部材を有する、駆動シャフトと、

回転部材と前記駆動部材との間に巻かれる弾性ベルトとを備える表面処理装置。

【請求項 26】 前記コンディショニングヘッドが回転している間に前記受容面が回転する請求項 25 に記載の表面処理装置。

40 【請求項 27】 前記支持構造体と前記アームとの間に接続され、前記コンディショニングヘッドに前記基板の方へのバイアスを与えるための、アクチュエーターを更に備える。

【請求項 28】 ジンバルヘッドないし水平保持ヘッドであって、

基板の第 2 の平坦面の周りに回転させようとする第 1 の平坦面を保持するためのヘッドと、

前記第 1 の面におよそ垂直に配向する回転可能な駆動シャフトと、

50 前記駆動シャフトと前記ヘッドとの間に接続され、前記第 1 の面と前記第 2 の面との間の境界面に又は前記境界面の下に配置され前記ヘッドを回転させるジンバル中心を有する、ジンバル構造体とを備えるジンバルヘッド。

【請求項29】 前記ジンバル構造体が、前記基板に対して前記第1の面を保持することが可能で、且つ、第1の球状面を有する、第1の下側部材と、前記駆動シャフトに接続し、第2の球状面を有する、上側部材であって、前記第1の球状面と前記第2の球状面とは、前記第1の平坦面と前記第2の平坦面との間の地点に、又は、前記地点から前記球状面の半径よりも短い距離だけ下に、実質的に共通の中心を有する、前記上側部材と、

前記第1の球状面と前記第2の球状面との間に介在するボールベアリング組立体を備える請求項28に記載のジンバルヘッド。

【請求項30】 前記駆動シャフトと前記ヘッドとに横方向の配向を与える実質的配向調心ピンを少なくとも1つ更に備える請求項28に記載のジンバルヘッド。

【請求項31】 前記第1の部材と前記第2の部材との間に配置され、前記第1の部材と前記第2の部材との間の才差運動角度を制限するような位置が与えられる、Oリングを、更に備える請求項29に記載のジンバルヘッド。

【請求項32】 前記基板がコンディショニングしようとするポリシングパッドを備える請求項28に記載のジンバルヘッド。

【請求項33】 自身に対して押圧される基板をポリシングするためポリシング面に負荷を与えるための、回転ブラーテンと、前記ブラーテンに隣接して支持されるアームに固定され且つブラーテンの上に配置されて前記ポリシング面をコンディショニングする、研磨面を有する、コンディショニングヘッドと、

前記コンディショニングヘッドが前記ポリシング面をコンディショニングしていないときには自身に前記研磨面が面する、前記コンディショニングヘッド保持のための受けとを備えるポリシングシステム。

【請求項34】 前記受けが流動する液体を収容する請求項33に記載のポリシングシステム。

【請求項35】 前記受けが、前記コンディショニングヘッドを収容するための第1の位置と前記コンディショニングヘッドが前記ポリシング面をコンディショニングするときのための第2の位置との間に、回転可能な状態で配置することができる請求項33に記載のポリシングシステム。

【請求項36】 自身の上面で基板を保持するブラーテンに、前記基板をチャックし及びチャックを解放するための方法であって、前記ブラーテンは自身の保持面に複数の穴を有し、前記穴に負の空気圧を与えて前記ブラーテンに前記基板をチャックするステップと、前記穴に正の空気圧を与えて前記ブラーテンから前記基板のチャックを解放するステップとを有する方法。

【請求項37】 前記穴に液体を与えるステップを有する請求項36に記載の方法。

【請求項38】 自身の上面の中に穴を有するブラーテンの上に保持される基板をチャックして洗浄する方法であって、前記穴に負の空気圧を与えて前記ブラーテンに前記基板をチャックするステップと、前記穴を介して洗浄液を放出するステップとを有する方法。

【請求項39】 前記穴が、前記ブラーテンの中心に隣接する中心穴と前記ブラーテンの前記中心と周縁との間の複数のオフセット穴とを有し、更に、前記放出のステップにおいて前記中心穴を介して洗浄液を放出することを防止し、前記チャックのステップでは前記中心穴に正の空気圧を与える、請求項38に記載の方法。

【請求項40】 基板を基板保持板から前記ブラーテン上へと配置させるステップを更に有し、前記放出のステップでは基板保持ヘッドの底部を洗浄する請求項38に記載の方法。

【請求項41】 基板を保持するためのカセットとカセットとの間に基板を移送し、自身の側部に取り付けられた上昇具と水平受容面を有する基板処理システムとを有する、基板ハンドリングシステムであって、

オーバーヘッドトラックと、前記トラックから垂直軸に沿って下がり、前記トラックに沿って直線上を可動であるアームと、前記アームの底部から下がり、前記垂直軸に沿って前記アームから伸張することができ、前記垂直軸の周りに回転可能であり、自身の水平軸の周りに回転可能である、

リスト組立体と、前記リスト組立体に付随し、前記水平軸から外向きに伸張可能であり、前記基板の1つに選択的に係合可能である、ブレードと、

前記リスト組立体に付随し、前記水平軸から外向きに伸張可能であり、前記上昇具の1つに選択的に係合可能である、カップリング部材とを備えるハンドリングシステム。

【請求項42】 前記ブレードが、前記基板の1つを真空チャックするために、自身の主面上に真空ポートを有する請求項41に記載のハンドリングシステム。

【請求項43】 前記保持具のそれぞれが、前記カセットの側部から水平に伸張し、前記カセットの前記側部から或る空間をもって分離される背面を有するハンドルを有し、前記カップリング部材が、前記空間の中に垂直に挿入可能であり、且つ、前記カセットの前記側部と接触する第1の側部と前記ハンドルの底部と係合するための水平に伸張する接触面を有する第2の側部とを有する、請求項42に記載のハンドリングシステム。

【請求項44】 前記ブレードと前記カップリング部材とが、前記リスト組立体の前記水平軸から、約90°の

角度間隔を有するそれぞれの方向に沿って伸張する、請求項41に記載のハンドリングシステム。

【請求項45】 第1の部材に形成されたスロットの中を通過し、前記スロットに沿った長手方向に可動であるシャフトをシールするためのスブラッシュ板組立体であって、

前記第1の部材の表面に形成され、前記第1の部材の中を通過する前記スロットを有する、リセスと、  
前記スロットの周縁の周りの前記リセスの底部の上に上がる第1のリッジと、

前記スロットお側部から横方向にずれる場所で、前記リセスの底部から上向きに伸張するガイド部材と、

前記シャフトを回転可能な状態でシールし、自身の周縁の周りに下向きに下がる第2のリッジを有する、D字型部材と、

前記第1の部材に形成され前記長手方向からずれた角度で伸張する、線形チャンネルと、

前記D字型部材から垂直に伸張して、前記線形チャンネルに係合する、ガイド部材とを備えるスブラッシュ板組立体。

【請求項46】 洗浄及び保持のステーションであって、

基板を支持することができる上面を有するブラーテンと、

前記上面に形成された複数の流体ポートと、

前記ブラーテンを支持し、自身の中を通過し前記ブラーテンを介して前記流体ポートに流体接続する垂直チャンネルを有する、コラムと、

液体源と、

真空源と、

前記液体源及び前記真空源と前記垂直チャンネルとの間のY字型接続部とを備える洗浄及び保持ステーション。

【請求項47】 前記ブラーテンが、実質的に円形であり、

前記複数の流体ポートが、前記垂直通路の上にある前記ブラーテンの中心に配置される前記ポートの中心の1つと前記流体ポートの中心の1つからずれている複数の前記流体ポートとを有しており、

前記中心流体ポートと前記垂直通路との間に動作可能な状態で配置されて、ガスをその中に流しつつも、その中の前記流体が前記垂直通路から流れ出すことを防止する、チェックバルブを更に備える、請求項46に記載の洗浄及び保持ステーション。

【請求項48】 ウエハ移送及び洗浄の方法であって、複数の流体ポートを自身の支持面上に複数の流体ポートを有するブラーテンを与えるステップと、

前記ブラーテンの上のウエハヘッドの底部側にウエハを保持するステップと、

前記流体ポートから前記ウエハヘッドの上に保持される前記ウエハに液体を放出するステップと、

前記ウエハヘッドと前記ブラーテンとを相互の方に垂直に相対的に移動させて、ウエハ移送の位置で運動を停止させるステップと、

前記ウエハヘッドと前記ブラーテンとが前記ウエハ移送位置にある間に、前記ウエハを前記ウエハヘッドから前記ブラーテンへと移送するステップと、を有する方法。

【請求項49】 前記移送のステップでは、前記流体ポートに負の気体圧を与えて前記ウエハを前記ブラーテンにチャックする工程を有する請求項48に記載の方法。

10 【請求項50】 前記ブラーテンも前記ウエハヘッドもウエハを保持していないとき、前記流体ポートから前記ブラーテンの上の前記ウエハヘッドへ放出するステップを更に有する請求項48に記載の方法。

【請求項51】 基板洗浄装置であって、

ウエハを支持するためのベDESTALと、

自身の下向き側でウエハを選択的に保持するための、前記ベDESTALの上に配置可能な、ウエハヘッドと、

自身の中に前記ベDESTALを有し、自身の開口を介して前記ウエハヘッドの前記下向き側を受容するようにサイズが与えられた、ベイズンシュラウドと、

20 液体を前記ベイズンシュラウドの中間に向けてジェット噴射するための、前記ベイズンシュラウドの横側に配置された、複数のスプレージェットと、を備え、

前記ベDESTALと、前記ウエハヘッドと、前記ベイズンシュラウドとの少なくとも1つが垂直方向に可動で、前記スプレージェットが以下の工程を交互に行うことが可能であり、即ち、

(a) 前記ウエハが前記ブラーテン上に支持されている間、前記ウエハの第1の側と、前記ウエハヘッドの前記下向き側とに、スプレーを行う工程と、

30 (b) 前記ウエハが前記ウエハヘッドにより保持されている間、前記ウエハの第2の側にスプレーを行う工程とを交互に行うことが可能である、基板洗浄装置。

【請求項52】 ウエハポリッシングシステムであって、第1の方向に面する側部上のポリッシングパッドそれぞれを押し、第1のラインに沿って配置された中心それぞれの周りに回転可能である、2つのブラーテンと、

前記2つのブラーテン同士の間配置され、前記第1の方向に面する側に細長い開口を有する、洗浄室であって、

40 前記開口は、前記第1のラインと実質的に平行な従の軸とこれに実質的に垂直な主の軸とを有し、前記洗浄室は、前記開口に面するノズルであって、前記ノズルから液体を前記第1の方向に少なくとも一部が沿うように向ける、前記ノズルを少なくとも1つ備える、前記洗浄室とを備えるウエハ洗浄システム。

【請求項53】 前記ウエハと接触可能な前記第1の方向に面する前記洗浄室の前記開口の側に配置された柔軟な材料を更に備える請求項52に記載のウエハ洗浄システム。

50 【請求項54】 ウエハをポリッシングする方法であって

て、  
 ウエハを回転させて、第1の回転ポリシングパッドと摩擦係合させるステップと、

前記ウエハを回転させて細長いチャンバのシール面に押圧するステップであって、前記細長いチャンバは、前記ウエハの直径に実質的に沿って伸びる主の軸と、これに実質的に垂直に伸びる従の軸とを有する、前記ステップと、

前記チャンバの中の前記シール面に押圧されている前記回転ウエハの方へ、液体をスプレーするステップと、その後、前記ウエハを回転させて、第2の回転ポリシングパッドと摩擦係合させるステップとを有する方法。

【請求項55】 ポリシング装置であって、自身の周縁側のスロット開口に伸びる複数のスロットを有する回転可能なカルーセルと、自身の側部のウエハのそれぞれを選択的に保持するための複数のウエハヘッドであって、前記ウエハヘッドは、前記スロット開口を介して前記スロットへ挿入可能であり、また、この挿入の後に前記カルーセルに緊密とすることが可能である、前記ウエハヘッドとを備えるポリシング装置。

【請求項56】 前記スロットに沿って伸張して前記ウエハヘッドを保持するそれぞれのスライドを更に備え、前記ウエハヘッドは、前記スロットに沿った放射方向に前記ウエハが移動可能であるように、前記スライドに固定できる、請求項55に記載のポリシング装置。

【請求項57】 ブラータンからポリシングパッドを取り除く方法であって、ポリシングパッドを押す前記ブラータンの第1の主の面に流体チャンネルを与えるステップと、

前記流体チャンネルに実質的に大気圧よりも高い圧力を与えて、前記ポリシングパッドと前記ブラータンとの間にバブルを発生させるステップとを有する方法。

【請求項58】 基板ポリシングシステムであって、水平に可動なポリシング面と、ベDESTALを有する移送ステーションと、基板を選択して自身の回転可能な下面に保持することが可能な基板ヘッドと、

基板ヘッドが懸下する可動支持体であって、前記可動支持体は、基板ヘッドが基板をポリシング面に押しつける第1の位置と、基板を基板ヘッドからベDESTALへと搬出するために基板ヘッドが移送ステーションの上を覆う第2の位置の、いずれかへ選択的に運動することが可能な、前記可動支持体と、

ベDESTALの側部に横向きに配置された少なくとも1組のノズルであって、前記ノズルは、第2の位置にあるときに、ベDESTALに支持された基板の裏面と、基板ヘッドの下面をクリーニングするような向きが与えられる、前記ノズルとを備える基板ポリシングシステム

【請求項59】 基板ポリシングシステムであって、

水平に可動なポリシング面と、

基板を選択して自身の回転可能な下面に保持することが可能な基板ヘッドと、

ベDESTALを有する移送/洗浄ステーションであって、前記移送/洗浄ステーションは、基板をベDESTALから基板ヘッドへと、また基板を基板ヘッドからベDESTALへと、移送する構成が与えられ、また、基板ヘッドの底面及び基板をクリーニングするように向きが与えられた少なくとも1つの液体ノズルを有する、前記移送/洗浄ステーションと、

基板ヘッドが懸下する可動支持体であって、前記可動支持体は、基板ヘッドが基板をポリシング面に押しつける第1の位置と、基板を基板ヘッドからベDESTALへと搬出するために基板ヘッドが移送/洗浄ステーションの上を覆う第2の位置の、いずれかへ選択的に運動することが可能な、前記可動支持体と、を備える基板ポリシングシステム

【請求項60】 基板をポリシングし、移送し、そしてクリーニングするための方法であって、

基板を選択して、基板ヘッドの底面にチャックするステップと、

基板ヘッドが懸下する支持体を動かして、水平方向に可動なポリシング面の上を基板ヘッドが覆うポリシングの位置から、搬出ステーションを基板ヘッドが覆う搬出の位置へと移動させるステップと、

前記移動させるステップを行う前に、基板ヘッドにチャックされている基板の前面をポリシング面に係合させポリシング面を動かすことにより、基板の前面をポリシングするステップと、

前記移動させるステップを行った後、基板を基板ヘッドから搬出ステーションの上面へと移送するステップと、支持体が搬出の位置にあるとき、基板ヘッドの底面及び基板を洗浄するステップとを有する方法。

【請求項61】 ポリシング装置であって、

第1の軸の周りに回転可能な支持部材と、

第1の軸の周りにそれぞれの角度位置で配置される少なくとも2つのポリシング面と、

支持部材に支持され、ポリシング面の1つを選択して基板をこれに接触させて保持する、少なくとも1つの基板ヘッド組立体であって、前記基板ヘッド組立体は、選択したポリシング面と基板ヘッド組立体との間を、選択したポリシング面に基板を係合させた状態で運動させる、前記基板ヘッド組立体とを備えるポリシング装置。

【請求項62】 ポリシングの方法であって、該方法は、第1の垂直軸の周りに回転可能な部材と、該回転可能な部材に支持される基板ヘッド組立体を少なくとも1つと、該第1の垂直軸の周りでそれぞれの角度位置をもって該回転可能な部材より垂直方向に隔てられる少なくとも2つのポリシング面とを備える装置において使用可能であり、該方法は、

少なくとも1つの基板ヘッド組立体の最初の1つに基板を載置するステップと、

該回転可能部材を回転させて、第2の垂直軸が基板を通り該ポリシング面の選択した1つを通るようにするステップと、

該選択した1つのポリシング面に基板に係合させるステップと、

基板が該ポリシング面に係合したままで、該選択した1つのポリシング面と該基板ヘッド組立体の最初の1つの間で相対運動を与えるステップとを有する方法。

【請求項63】 ポリシング装置であって、第1の軸の周りに回転可能なカールセルと、該第1の軸の周りに配置される少なくとも2つのポリシング面と、

該ポリシング面の1つを選択してこれと接触するように基板を自身の上に支持することが可能な少なくとも2つの基板ヘッド組立体であって、基板ヘッド組立体のそれぞれは該カールセルに支持され、また基板ヘッド組立体のそれぞれは、該選択したポリシング面の1つに基板に係合させながら、往復運動をすることが可能である、該基板ヘッド組立体とを備える装置。

【請求項64】 ポリシング装置であって、複数の基板ヘッドであって、これらはそれぞれの第1の軸の周りに回転可能であり、それぞれ基板を支持することが可能な、該基板ヘッドと、

複数のブラーテンであって、これらはそれぞれの第2の軸の周りに回転可能であり、それぞれポリシング面を有する、該ブラーテンと、

該基板ヘッドを支持する回転可能な支持体であって、該ブラーテンのいずれかの近隣のポリシングの位置に該基板ヘッドのいずれかを配置させることが可能な、該支持体とを備え、該ポリシングの位置の1つに配置されている基板ヘッドと、該ポリシングの位置の1つに配置されているブラーテンとを、これら相互に近づいたり離れたりするような方向に運動させて、該配置されている基板ヘッドに関する該第1の軸と該配置されているブラーテンに関する該第2の軸の間の距離を周期的に変動させる装置。

【請求項65】 マルチステップのポリシング装置であって、第1の軸の周りに回転可能で、選択した基板を自身の底部に保持する基板ヘッドを少なくとも1つ支持する、支持部材と、

複数のN個の可動ポリシングパッドであって、N個の該可動ポリシングパッドは、該第1の軸の周りに配置される(N+1)個の位置のうちのN個の位置に配置され、該可動ポリシングパッドのうち少なくとも2つは別々の材料からできており、これにより該少なくとも2つの可動ポリシングパッドを用いて段階的なポリシングを実現する、該可動ポリシングパッドと、

該(N+1)個の位置のうち残りの1個に配置され、基

板を基板ヘッドへと搬入し、また基板を基板ヘッドから搬出する、移送装置とを備える装置。

【請求項66】 マルチステップで基板をポリシングする方法であって、

第1の位置において、基板を基板ヘッドへ装填するステップと、

該基板ヘッドを第1の位置から第2の位置へと移動させるステップと、

該基板ヘッドが第2の位置にある際に、第1の条件セットで基板を化学的機械的にポリシングする第1のポリシングのステップと、

該基板ヘッドを第2の位置から第3の位置へと移動させるステップと、

該基板ヘッドが第3の位置にある際に、第1の条件セットとは異なる第2の条件セットで基板を化学的機械的にポリシングして、第1のポリシングステップとこのポリシングステップの間で基板を段階的にポリシングする第2のポリシングステップと該基板ヘッドを第3の位置から第1の位置へと移動させるステップと、

第1の位置において、基板を基板ヘッドから搬出するステップとを、順に行う方法。

【請求項67】 マルチステップで基板をポリシングする方法であって、

可動の支持体に支持された基板ヘッドの底部に、被研磨基板を装填するステップと、

該支持体を回転させて、少なくとも、第1の位置、第2の位置、第3の位置、へと順に配置させるステップと、

基板が第1の位置にある際、第1の材料からできている第1の可動ポリシングパッドに基板に係合させて、基板に第1の化学的機械的ポリシングを行うステップと、

基板が第2の位置にある際、第1の材料とは異なる第2の材料からできている第2の可動ポリシングパッドに基板に係合させて、基板に第2の化学的機械的ポリシングを行い、第1の化学的機械的ポリシングのステップと第2の化学的機械的ポリシングのステップで基板に段階的なポリシングを実現する、第2の化学的機械的ポリシングのステップと、

基板が第3の位置にある際、基板を基板ヘッドから搬出するステップとを有する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、連続処理又はバッチ処理による半導体基板のケミカルメカニカルポリシング（化学機械的研磨）の装置及び方法に関する。本発明の特徴は様々であるが、同時に且つ連続的に、基板をウエハヘッドに移送してウエハヘッドの上に搬入し、且つ／又は、クリーニングを行って基板をウエハヘッドから搬出する準備を行うことを、1つ以上の他の基板のポリシング（研磨）を同時に行いつつ行うことが含まれる。基板の移動、クリーニング及びポリシングが、完全に自



動化されるような構成とすることが可能である。

#### 【0002】

【従来の技術】集積回路は、典型的には、導電膜層、半導体膜層及び絶縁膜層を連続して堆積及びエッチングすることにより、基板、最も一般的には半導体基板の上に形成される。堆積物層の堆積及びエッチングを連続して行う際は、基板の最も上の面、即ち基板の最上層の露出面には次第に、凹凸の多い立体形状が現れる。これは、最上膜層の高さ、即ちこの層の上面とこの層の下の基板の表面との間の距離が、エッチングが一番なされなかった場所では最も大きく、エッチングが一番なされた場所では最も小さいために生じるものである。

【0003】このような表面の非平坦性が、集積回路の製造者には問題となる。エッチングのステップは、典型的には、基板の露出面にレジスト層を配設した後、レジストの一部を選択的に除去して係る層にエッチングパターンを与えることによりなされる。層が平坦でなければ、レジスト層をパターンニングするフォトリソグラフィの技術は適切ではなくなり、何故なら、基板表面が、層の表面全体にリソグラフィ装置のフォーカス合せを妨げるほど非平坦であるだろうからである。従って、基板表面を定期的に平坦化し、リソグラフィのための層表面の平坦性を復活させる必要がある。

【0004】ケミカルメカニカルポリッシング(CMP)は、平坦化のためのものとして認められている方法の1つである。この平坦化の方法では、典型的には、基板をウエハヘッドに、基板の研磨しようとする面が露出するように設置することが必要である。このヘッドに支持された基板は、回転するポリッシングパッドに対して配置される。基板を保持するヘッドも回転させて、基板とポリッシングパッド表面との間に更に運動を加えてもよい。更に、研磨スラリ(典型的には、研磨材及び少なくとも1つの化学反応性剤とを有し、これらは基板の最上膜層の研磨を促進するように選択される)をパッドに供給し、パッドと基板の境界面に研磨性の化学品溶液を提供する。酸化物層の研磨に対しては、スラリは、直径50nm程度のシリカグリットで構成されている。このグリットは、発煙により形成した後、pH10.5程度の塩基溶液の中に入れられる。そして、この溶液は、コロイダルサスペンション(コロイド懸濁液)を長期に維持するように、ブレンドして強いシアをかけられる。金属の研磨のためには、グリットは、シリカ又はアルミナのいずれかにより形成される。

【0005】ポリッシングパッドの特性と、特定のスラリの混合物と、その他の研磨のパラメータにより、特定の研磨特性を与えることができる。従って、研磨しようとするいかなる材料に対しても、パッドとスラリの組合わせは、理論的には、研磨面の特定の仕上と平坦性を与えることが可能である。基板とパッドの相対速度や基板をパッドへ押圧する力を始めとする、その他の研磨パラメ

ータが、研磨速度や仕上り、平坦性に影響を与えることが理解されるべきである。従って、望ましい仕上りが知られている材料が与えられれば、パッドとスラリの最適な組合わせが選択できる。典型的には、所定の材料に対して選択される実際のポリッシングパッドとスラリの組合わせは、装置におけるウエハスループットのかなりの部分を決めてしまう研磨速度と、基板表面に特に望まれる仕上と平坦性を与える必要性との間の兼合いをもとに決められる。

【0006】続いて行われる製造工程の処理条件で研磨済みの面の仕上と平坦性が要求されるため、スループットの研磨速度に関する部分が、しばしば、上記の兼合いにより犠牲となる。それでも、研磨の装置のコストは、処理するウエハの数により償還されるため、商業市場ではスループットが高うことが必須である。無論、高いスループットは、コストと、用いる機械の複雑さに対してバランスさせなければならない。同様に、研磨装置のオペレーション及び保守に要するフロアスペースとオペレータの時間は、販売価格に含まれるべきコストを発生させる。これら全ての理由により、研磨装置には、高いスループットを有し、比較的簡易で安価であり、あまりフロアスペースを使わず、オペレータによる制御と保守が最小限であることが要求される。

【0007】パッドの表面の特性が研磨用途に応じて変化するため、また、研磨のため基板が押圧される領域でパッド表面が圧迫されるようになるため、スループットに更に制限が加わることとなる。この状態は通常「グレージング」と称され、これが生じれば、ポリッシングパッドの表面の研磨性が低くなり、研磨速度が低下する。このように、グレージングが生じれば、個々の基板の研磨に要する時間が余計にかかる傾向になる。従って、所望の研磨状態を維持し研磨装置の基板のスループットを高く実現するため、ポリッシングパッドの表面を定期的に修復し又は調整する必要がある。パッドを調整するには、典型的には、パッド表面を摩耗させて、不規則なところを除去すると共に表面を粗くする。

【0008】パッドを調整すれば、平均研磨速度は上がるものの、それ自体のもつ困難性を生じさせる。これが手作業により行われる場合は、整合性が低くなってしまい、また、オペレータのコストが高くなり機械の停止時間が著しく長くなるのでコストで調節したスループットが低くなる。パッドの調整が自動機械で行われる場合は、表面の摩耗の工程でポリッシングパッドをえぐり取ったり損傷を与えることのないよう、注意をする必要がある。更に、調整用具とパッドとの相対運動が主にパッドの回転によって与えられる場合は、相対速度及び滞留時間がパッドの半径によって変化し、調整後のパッドが半径方向に不均一となる。

【0009】更に、従来の研磨装置では、研磨面に対する基板の搬入出によりスループットが制限される。ギル

により米国特許4,141,180に示されるように、スループットを増加するために従来技術において試みられたものの1つに、基板研磨のために多数の研磨面を用い、2つの異なるパッドとスラリの組合わせにより、研磨速度及び仕上りの最適化を可能とするものがある。そこに記載されるポリッシングステーションの研磨（ポリッシング）装置では、主研磨面と細密研磨面とが具備される。1つのポリッシングパッドが1つのポジショニング装置によって制御され、装置の別々のポリッシングステーションの間で1つの基板を移動させる。

【0010】スループットを増加させるもう1つの方法は、自身に複数の基板搬送ステーションを有するウエハヘッドを用いて、1つのポリッシングパッドに対して複数の基板を同時に搬入し、1つのポリッシングパッド上でこれら基板を同時に研磨することを可能にするものである。この方法は単一基板の形式のウエハヘッドに関してはスループットの上昇になるようであるが、このような基板平坦化のためのキャリアの構成を用いることに対して、様々な因子が不利に働き、特に、堆積層をその上に形成した後に顕著である。第1に、研磨使用とするウエハを保持するウエハヘッドが複雑なものであることが挙げられる。パッドに対して各基板にかかる力を制御する試みとして、ウエハを保持するヘッドの一部を浮かせる（フローティングする）アプローチがある。フローティングウエハホルダには、数多くの可動部品が必要であり、圧力ラインを回転及び運動の構成に含める必要がある。更に、パッドに個々の基板を押圧する力を制御する能力が、このウエハヘッド組立体のフローティングの性質により制限を受け、このため、多数の基板の個々の制御と、全体の研磨の性質の制御の容易性が、両立しなくなる。最後に、基板のいずれか1枚にクラック等の問題が生じた場合、基板の破片が抜け落ちて、同じパッドの上で研磨中の他の基板全てが破損してしまう。

【0011】研磨の終点及び時に研磨のステージと研磨のステージの間で、ウエハを洗浄する要請によっても、研磨のスループットが更に制限される。過去には、多数のウエハヘッドを同時に洗浄することにより洗浄時間は限られていたが、洗浄に付加的な機械の時間を要しこれが研磨に必要となる場合では、システムのスループットに悪影響を及ぼす。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】従って、基板の汚染や破損のリスクを最小にしつつ、研磨のスループット、平坦性及び仕上の最適化を可能にする研磨（ポリッシング）装置が必要である。

【0013】スループットの高いポリッシング装置に必要な高速ポリッシングには、厳しい制限や要請がポリッシング装置に求められる。機械力は大きいものの、ポリッシング中に生じた些細なスクラッチが集積回路に致命的となる。従って、機械的なずれを制御して最小とするよう、

設計がなされる必要がある。CMP処理の環境は苛酷なため、寿命を伸ばし保守を少なくできるよう、機械を細心に設計する必要がある。また、スラリは、ウエハや装置のあらゆる部品の上で乾燥すれば、堅い層を形成してしまい、これは取り除くのが困難である。一般に、スループットの高い装置に要求される事は、操作の容易性、関わるオペレータの数が少ない事、定期的又は不規則の保守作業の容易性、並びに、部品が故障や劣化し易くない事である。

10 【0014】ポリッシングシステムが商業化するためには、自由度が高く且つ多種のポリッシングプロセスに適用可能である必要がある。製造者が変われば、そのチップデザイン全体により、好まれるポリッシングプロセスも変わってくる。平坦化しようとする層が異なれば、全く別のポリッシングプロセスが必要となるので、チップ製造者は、異なる2つのポリッシングプロセスに同じポリッシングシステムを用いることを欲するだろう。ポリッシングプロセスそれぞれに対してポリッシングシステムを設計するよりも、1つの設計を、異なるプロセスに対して機械の変更を最小にして適用させることができる方が、一層好ましい。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、ケミカルメカニカルポリッシング装置と、この装置を用いる方法とを提供し、平坦化処理後の基板の平坦性及び表面仕上を向上しつつ、高い基板のスループットを提供するものである。

30 【0016】本発明は更に、多数のポリッシングステーションで連続的に行われるポリッシングプロセスの自由度を更に大きくするものである。

40 【0017】本発明に従った構成では、多数の、例えば4つの、同一のウエハヘッドが、カルーセル支持板の中心支持体の周りに均等に分布するように設置される。中心で支持されるカルーセルフレームは、回転しているときは、ウエハヘッド及び基板を配置させる。ヘッドそれぞれは、独立して回転でき、また独立して、ヘッド板に形成されたスロットの中に、放射方向往復運動をすることが可能である。ウエハヘッドを保持するカルーセル組立体が縦に固定されているためポリッシングパッドの表面からウエハを昇降させるためには、ウエハヘッドのウエハ受け面とカルーセルアームの縦固定支持体との間に相対運動をさせる必要がある。構成の1つでは、ウエハヘッドのウエハ受け面とウエハヘッドの頂部部材との間の相対運動により、必要な縦方向の運動が与えられる。

50 【0018】使用に際しては、例えば、3つのウエハヘッドが同時に、ポリッシングステーションの上方に配置され、他方、残りのウエハヘッドが移送ステーションの上方に配置される。各ポリッシングステーションは、ポリッシングパッドを支持する独立回転のブラーテンを完備しており、ポリッシングパッドの表面は、ポリッシングのための

媒体として作用する研磨スラリでウェットな状態となっている。

【0019】各ポリシングパッドの調整は、独立して回転するコンディショナーヘッドによってなされ、このコンディショナーヘッドは、ポリシングパッドの中心と周縁の間を弓状の経路の往復運動を行って掃引する。コンディショナーアームが、その端部に取り付けられたコンディショニング板をパッドに押圧し、パッドの調整を行う。本発明に従ったコンディショナー装置は、パッドに対する調整の圧力を、パッドがグレージングの状態になった領域で自動的に増加させ、また、グレージングの状態となっていない領域では、パッドに対する調整の圧力を自動的に低下させる（コンディショナーヘッドとパッドの間の摩擦係数を検知して直ちにフィードバックすることにより、これに応じて調整の圧力を変化させる）。

【0020】使用に際しては、ウエハヘッドの1つが、ヘッドへのウエハの搬入出のための移送ステーションの上方に配置され、他のヘッドはポリシングステーションの上方に配置されこれらのヘッドにあるウエハが研磨されることになる。また、移送ステーションはウエハの調心や、ウエハ及びウエハヘッドの洗浄に用いることもできる。

【0021】ウエハを実質的に垂直方向に運ぶ液体充填カセットから、研磨しようとする基板を取り出すには、カセットとポリシング装置の間で移送中のウエハの自由な位置取りを可能にするほぼ無段階に調整可能なロボット移送機構に取り付けられた、真空チャックロボットブレードによって行われる。研磨しようとするウエハをポリシング装置の中に挿入するためには、ウエハの搬入出、調心及び洗浄を行う移送ステーションで、移送機構がウエハを移送ベDESTALの上方に配置させることによりなされる。この操作の間、移送機構のロボットブレードの真空面が、ブレードの下向き面側でウエハの裏面を真空チャックする。ベDESTALは、先ず、降下し、ベDESTAL表面に配置されるジェットでウエハを洗浄する。そして、ベDESTALを上昇させてウエハを支持し、真空チャックの真空が解放され、ロボットブレードが取り出される。

【0022】そして、調心ジョーを上昇させてウエハ及びウエハヘッドの底部を包囲させる。ジョーが接触して、ウエハヘッドと接触し、同時に、ウエハの中心を、ウエハヘッドのウエハ受容リセスに配置させる。ウエハは、いまウエハヘッドのウエハ受容リセスに調心しているが、この後、移送ベDESTALによって上昇し、ウエハをウエハ/基板受容リセスの中に挿入し、ウエハをヘッドに接触したまま保持させる。随意、ヘッドを介してリセスの中に至る真空サプライを作動させてウエハをヘッドに保持し、ベDESTALを降下させる。このヘッドは、いま未研磨のウエハを搬入しているが、その後、カルーセルヘッドによって研磨の位置まで回転する準備ができ

る。カルーセルの回転により、他のウエハヘッドの1つを、調心移送クリーニングステーションの上方に配置させる。

【0023】搬出については、基板が本発明に従った装置で研磨され、このウエハを有するウエハヘッドが調心移送クリーニングステーションに戻された後、洗浄カップ/ベイズンを上昇させて、ウエハヘッドの底部をほぼ囲む。クリーニング溶液（例えば、脱イオン水）が、（移送ベDESTALの上部といくつかの周縁ノズルアームとに配置される）スプレーノズルを介して流入し、このノズルは、ヘッドの面及びウエハヘッドの下部に向けられ、ウエハ及びウエハヘッド下面に存在し得るスラリその他の異物を追い出し除去し、続いてクリーニングを更に完結させる前に、汚染を少なくしておく。洗浄カップにより、スプレーされた溶液はほぼ全部が捕集され、廃棄され、あるいは、リサイクルのために処理される。その後、移送ベDESTALが上昇して、ウエハと接触する。随意、ベDESTALの中の流体ノズルへの配管接続が真空システムへの供給に変更され、ノズルが、ウエハをベDESTAL表面にしっかりと保持するための真空ポートとして作用する場合に、ウエハとベDESTAL上面の間に真空シールが形成される。次いで、ヘッドの中を介し、及び/又は、ヘッドの中から、ガス圧力を与えることにより、ウエハヘッドの面からウエハが解放される。ウエハを有しているベDESTALは、いまウエハがしっかりと固定されているが、これが洗浄カップ/ベイズンの中まで下降し、このとき、周縁スプレーノズルのみが再び作動して、ウエハの裏側と、ウエハが取り付けられていたときウエハによって隠れていたウエハヘッドの部分とを、洗浄する。洗浄が終了すれば、洗浄ベイズンを下降させ、移送ベDESTALに取り付けられたままのウエハが現れる。次いで、ベDESTALが上昇して洗浄ベイズンから外に出て、その後、ウエハを回収するために、移送ロボットブレードを移動させる。ウエハをブレードに緊密に固定するため、ブレードを介して真空が与えられる。この固定の操作が完了した後、ウエハを取り付けているロボットブレードのみを残して、移送ベDESTALに与えられている真空全てを解除する。次いで、移送ベDESTALを降下させて、ウエハを装置から回収することができる。ウエハヘッドにはウエハが取り付けられていない際には、ベイズンをウエハヘッドの下端周囲まで上昇させて、ベDESTALヘッドのポートにより、また、ベイズン内のサイドスプレーにより、洗浄溶液をウエハヘッドに向けてスプレーして、ウエハヘッドを洗浄することができる。

【0024】所望の場合は、隣接し合うブラーテン（ポリシングステーション）間に中間的な洗浄ステーションを与えて、ウエハを、ポリシングステーションからポリシングステーションへと通過する際に洗浄することができる。この中間的な洗浄により、スラリ及びその他の研磨副生成物の除去を脱イオン水その他の材料で行うため

に基板が配置されるブラーテン間での、研磨スラリ粒子の移動が低減する。また、このような洗浄ステーションを、ブラーテンの洗浄ラインの前後に配置してもよい。所望の場合は、ウエハのバフを効率的に行うために、付加的な処理ステーションを考慮してもよい。従って、ポリッシング装置を大型化して、洗浄ステーションの上方でウエハヘッド1組がウエハそれぞれを回転し、他方、別のウエハヘッド1組を用いて、洗浄ステーションと洗浄ステーションの間のブラーテン上に載置されたパッド上で他のウエハを研磨することが、可能である。

【0025】本発明の特徴の1つは、マルチポリッシングパッド（多数のポリッシングパッド）を用いるポリッシングのプロセスを与えることである。即ち、装置は、第1の材料除去速度と第1の基板の仕上及び平坦性を与える、第1の研磨面と、第2の基板の仕上及び平坦性を与える、少なくとも1つの追加研磨面とを有している。インラインプロセスに、マルチパッドを用いることが可能であり、このインラインプロセスでは、これらパッドは実質的に同じ研磨特性を有しているが、パッドを次々と変えて1枚のウエハを研磨するものである。別々のパッドの間で均等な研磨を分割することによって、搬入出の時間を低減する。あるいは、マルチパッドをマルチステップのプロセスに用いてもよく、このマルチステップでは、これらパッドが別々の研磨特性を有しウエハが漸次細密な研磨の側へと進むもの、又は、研磨中に別の層が漸次現れる場合、例えば酸化物表面の下にメタルラインがあるような場合に対して、研磨特性を調節するものである。

【0026】本発明の更なる特徴は、ポリッシングパッド調節のための装置である。この調節装置は、コンディショナーアームを水平及び垂直に旋回させるコンディショナー支持体を有している。アームに懸下したコンディショナーヘッドは、コンディショナーフェース板若しくはその他の調節面又はツールに取り付けられたパッドコンディショナーを有している。フェース板は、球面接続部（部分球及びソケットジョイント）でコンディショナーヘッドに取り付けられており、ポリッシングパッドがコンディショナーパッドと相対的に移動した場合に、必要なだけ移動させてポリッシングパッドの表面を適合させる。パッドがコンディショナーヘッドの下で回転したとき、並びに、コンディショナーアームがブラーテンのエッジでコンディショナー支持体の周囲に水平旋回して、コンディショナー表面がポリッシングパッドの中心からエッジまでを往復運動する間は、コンディショナーヘッドは回転してもよい。

【0027】また、パッドコンディショナーフェース板又はその他のポリッシングパッドに対する調節面を押圧するため、コンディショナー装置は、水力ピストン等の負荷部材を有していてもよく、これは、アームを昇降させるためにコンディショナー支持体のコンディショナーヘ

ッドと反対の側に配置され、且つ、横方向に旋回させるためにアームと回転可能支持ハウジングとの間に取り付けられている。動作の際は、ピストンに特定の一定の圧力が広く与えられ、コンディショナーヘッドに一定の下向きの力が与えられる。

【0028】パッドコンディショナーが回転し、又は、単にパッド表面全面を引き摺れば、これがポリッシングパッド表面に作用することになる。本発明に従った具の1つでは、コンディショナーヘッドは、コンディショナーヘッドシャフトによって、コンディショナーヘッドシープに固定されている。コンディショナー駆動シープによって駆動される駆動ベルトが、ヘッドシープを廻す。コンディショナー駆動シープは、コンディショナー支持ハウジングと実質的に同一線上にあるコンディショナー駆動シャフトによって廻る。ヘッド端部シープと駆動端部シープと、駆動ベルトとは、コンディショナーアーム垂直旋回軸を通る中心線の上方でこの中心線から外れて配置され、且つ、アームの横軸と平行に配置される。駆動シープは、コンディショナー駆動シャフトに一定の姿勢で固定され、アームと共に移動せず、他方、コンディショナーヘッドシープはアームと共に旋回する。従って、駆動ベルトは、アームが下方向に揺れたときに緊密になり、アームが上方向に揺れたときに緩くなる。

【0029】ポリッシングパッドの表面がコンディショナーヘッドの下で回転しているときは、ポリッシングパッドとコンディショナーヘッド（実際はパッドコンディショナー）との間の摩擦係数は、ポリッシングパッドの表面状態の変化に応じて変化する。グレーシングの状態となったポリッシングパッドの部分では、グレーシングになっていない部分に比べて摩擦係数が低くなっている。

【0030】摩擦係数が増加（例えば、グレーシング状態から非グレーシング状態になった場合等）すれば、決まった速度でコンディショナーヘッドを廻すために要するトルクも増加する。このトルクの増加により、ベルトの一方の側の引っ張りも増加する。ベルト及びその引っ張り力が、コンディショナーアームの回転軸の中心から外れているため、ベルトの引っ張り力の増加により、アームを上昇させることになる力を増加させ、その結果、ポリッシングパッドへのコンディショナーヘッドの負荷を減少させて、調整（コンディショニング）の効果を低下させる。これとは対称的に、境界面での摩擦係数が低下（例えば、非グレーシング状態からグレーシング状態になった場合等）したとき、コンディショナーヘッドの駆動に要するトルクも低下する。一定の速度でコンディショナーヘッドを廻すベルトの引っ張り力が下がれば、コンディショナーアームを上昇させることになる力を低下させ、その結果、ポリッシングパッドへのコンディショナーヘッド負荷が増加し、調整の効果が増大する。このように、調整の力が、機械装置の自動的ないし内在的な応答により生じる。小さなサイズのコンディショナーは、

パッドの状態の局所的な変化を受けやすく、自己引っ張り（セルフテンショニング）が特に有用である。

【0031】この構成により、パッドのグレージング部分に対するコンディショナーヘッドの力を増加させる負荷が増加し、また、パッドのグレージングしていない部分がコンディショナーヘッドにあたったとき、下向きの負荷力を自動的に低下させる。この負荷の調節は、制御の入力を必要とせず、実質的に瞬間的に行われる。このように、セルフテンショニング、従来技術で必要とされていた、グレージングになっていない部分を過度に調節してパッドのグレージング部分の適切な調整を確保する必要性が低くなる。

【0032】中心カルーセル支持板は、一連の放射スロットを有しており、これらの中で、ウエハヘッド組立体が、半径方向内側位置と半径方向外側位置との間で往復運動することができ、この往復運動は、これらウエハヘッド及び附属するウエハが、ウエハヘッド回転モータによって独立して回転し、且つ、各ウエハヘッドにより独立して圧力を与えることにより独立して回転しているポリッシングパッドに対して同時に押圧するときに、生じる。このようなスロットを有するデザインにより、振動低減のために要する機械的剛性が低減する。また、ウエハヘッドの保守が簡単になる。

【0033】しかし、ケミカルメカニカルポリッシングに用いるスラリは、回転すブラーテンによってスラリがばら撒かれやすく、スラリのミストは機械のエンクロージャの中に存在しやすいような、性質を有している。このように空気により運ばれるスラリは接触した表面をコーティングし、これが乾燥すれば、大きな凝集粒子が形成され、これがパッド表面に滞留し、ウエハ上にスクラッチを生じさせることになる。この研磨媒体のサスペンションは、例えば水酸化カリウム（KOH）の溶液であり、これが、電気接続部を短絡させ、露出面をひどく劣化させる。この問題を防止するため、オーバーラップするフランジを有する「D」型の板が回転し且つ放射方向に往復運動するウエハヘッド組立体により放射方向に往復運動をし、曲がりくねったスロットのクロージャを形成し、即ち、スラリや蒸気がカルーセルヘッドの内側に直接通じることが防止される。このような、マルチヘッドキャリア組立体を有するグロージャにより、ハウジング内部に収容される機械部品及び電気部品を、ケミカルメカニカルポリッシング装置内部の環境に曝露する有害な影響を、ほぼ排除する。

【0034】コンディショナーヘッドパッドコンディショナー及びこれを包囲する使用に供する面は、ポリッシングパッドの表面上でスラリで浸されている。このスラリ及びそのサスペンションは、乾燥すれば、岩のように堅い固形物となり、これはすぐにはウェットにならず、また、ウェットサスペンションには容易に戻らない。このような不要な状況の発生を防止するため、本発明に従っ

た構成では、伸縮可能なコンディショナーヘッド保管器と、洗浄カップとを有しており、この洗浄カップにより、コンディショナーヘッド表面の下部が、 $H_2O$  やその他の水溶液（好ましい $NaOH$ や $NH_4OH$ ）でウェットになっている状態に維持される。洗浄液は、連続的に循環が可能であり、又は、特に、化学品の溶液の場合、要請に応じて洗浄カップの中心ベイズンを通して供給される。この中心カップベイズンは、せきによって囲まれ、このせきの上を流体が流体ドレインチャンネルへとオーバーフローする。カップは、カップ回転装置に取り付けられており、これにより、コンディショナーヘッドの軌跡から外れた位置から、コンディショナーヘッドが保管器カップの頂部の上方に上昇ウエハしたときに保管器カップがコンディショナーヘッドの下地点まで回転可能で且つコンディショナーヘッドが保管のため保管器カップの中まで下降することができるような位置まで、カップを移動させる。このプロセスを逆にすれば、コンディショナーヘッドが動作状態に戻される。

【0035】ウエハは、システムのウエハカセットの中に移送される。カセットは、スラリのケーキングやメタルの酸化を低減するため、循環水浴内に保管されることが好ましい。カセットをドライの位置と浴との間で移動させるため、及び、個々のウエハを浴中のカセットとポリッシング装置との間で移動させるためには、1つの移送装置を用いればよい。

【0036】ロボット移動装置は、「L」型の部材を自身の端部に有しており、この「L」型部材の一方の脚は真空ロボットブレードであり、他方の脚はウエハカセット上昇のフォークである。ウエハ移送装置は、固定支持ビームにより支持されている。水平のキャリッジがビームの中を走り、垂直軸の周りで回転可能な下降アームを支持する。下降アームは、水平キャリッジに垂直に固定され垂直軸の周りで回転可能な上レール支持体を有している。上レール支持体には、下リニアキャリッジがスライド可能な状態で係合し、下リニアキャリッジは、水平キャリッジに装着されたアーム伸張モータの回転を基に、上レール支持体と相対的に運動をする。「L」型部材は、下リニアキャリッジの底端に取り付けられ、これと相対的に水平軸の周りに回転可能である。「L」型部材を回転させるためのモータが、下リニアキャリッジの上端に装着され、水平軸でウォームギアの構成に取り付けられた長いシャフトを介して、「L」型部材を回転させる。支持ビーム近くのモータの位置により、水平キャリッジでモータの支持体の周囲の下降アームの慣性モーメントを低下させる。この構成では、垂直から僅かに傾いてウエハを保持するウエハカセットからウエハを移送させ、ウエハを上昇させ水平軸の周りに水平位置まで回転し、下降アームを垂直軸の周りにウエハがポリッシングそうちの移送の位置に配置されるまで回転させるように、ロボットブレードを配置させることが可能である。

「L」型部材のウエハカセット上昇フォークは、ロボットブレードから90度の角度に固定され、これを同様に操作して、上昇ループをウエハ移送カセットの側部に係合させることが可能である。上昇フォークは、ショルダー／ノッチを有しており、これは、上昇ループの裏側をウエハカセットの裏側に係合させる。上昇フォークが上昇ループの中をスリップして水平に少し移動した少し回転したとき、上昇ノッチは、上昇フォークの上昇ループの外に自由に通過することがなくなる。上昇フォークが上昇したときは、ショルダー／ノッチは、上昇ループの裏側を捕らえ、カセットのループのエッジにリンスを施す。アームが少し回転してカセットに係合し、これを水平に保つため、カセットが、上昇のポイントの周りを2〜3度以上回転することはなくなる。カセットのエッジが上昇すれば、これが上昇フォークの底部と接触するようになり、カセットの重量によって、カセット上昇ループが上昇フォークのノッチの方へ押圧されカセットの重量が上昇フォークショルダー／ノッチ上に維持されることが確保される。カセットの重量の垂直成分は、上に面する上昇フォークのショルダー／ノッチにより対向し、移送装置がウエハ保管カセットの取りだし及び移動をさせることが、可能になる。

【0037】ウエハカセット及び基板の配置及び移動と、各ステーションでなされるポリシング又はクリーニングの操作時間は、マイクロプロセッサ等のコントローラにより制御されることが好ましく、このコントローラは、基板の位置取りや搬送を指示し、また、最適な研磨仕上、平坦性及びスループットを与えるように、プログラミングすることが可能である。

【0038】

【発明の実施の形態】ここでは、まず、システムの概要について説明し、次いで、プロセスのステップについて概説的な説明をする。そして、個々のサブシステム及び詳細なプロセスについて更に説明していく。

【0039】（装置の概要）図1は、本発明に従った装置の斜視図である。ポリシングシステム10は、ウエハ搬送装置30に隣接するポリシング装置20を有している。ウエハ40は、システム10のカセット42の中に運ばれ、カセットは直ちに、ウエハをウェットな状態に保持するため、タブ34の中に保管される。ウエハ40は個々に、カセット42からウエハポリシング装置20の中に搬入され、これらはポリシング装置により研磨された後、タブ34中のもとのカセット42又は別のカセットに戻される。この図では、ポリシング装置20とウエハ搬送装置30の間に介在し、スラリやその他の塵をポリシング装置の中に保持しタブ34から遠ざけるようにするための、壁を図示していない。この壁には図示されない引き戸があるが、この引き戸が、装置20と装置30の間でウエハを移送するために開いている。壁は、ウエハ搬送装置30を収容するクリーンルームとポリシ

ング装置20を収容する汚染のエリアとの間のバリアとして機能することができる。

【0040】ポリシング装置20は、下部機械ベース22を有し、この上にテーブルトップ23と、一連のポリシングステーション50a、50b及び50cを包囲する着脱式の上部外部カバー24とが装着される。図2の分解斜視図に示されるようにフェンス25がテーブルトップ23を囲み、ばら撒かれる液体及びスラリを収容して、これをテーブルトップのドレイン（図示せず）を介して排水する。

【0041】ポリシングステーション50a、50b及び50cのそれぞれが、ポリシングパッド54を自身の上に配置した回転ブラーテン52を有しており、また更に、関連したパッドコンディショナー装置60a、60b及び60cを有しており、コンディショナー装置のそれぞれは、コンディショナーヘッド64を保持する回転アーム62と、コンディショナーヘッド64のための、それぞれのための洗浄ベイズン68とを有している。また、ベース22は、3つのポリシングステーション50a、50b及び50cと正方形の関係で配置される移送ステーション70を支持している。移送ステーション70は多数の機能を有しており、これら機能とは、個々のウエハ40を搬送装置30から受容する機能と、場合によりこれらをリンスする機能と、研磨中これらを保持するウエハヘッド（詳細は後述）にこれらを搬送する機能と、ウエハを40をウエハヘッドから受容する機能と、これらを洗浄する機能と、最後にこれらを搬送装置30へと移送して戻す機能とである。またこれは、ウエハが搬出された後にウエハヘッドを洗浄する。

【0042】2つの中間洗浄ステーション80a及び80bが、ポリシングステーション50a、50b及び50cの中の隣接し合う同士の間配置され、第3の中間洗浄ステーション80cが、末端のポリシングステーション50cと移送ステーション70との間に配置される。これらにより、ウエハ40がポリシングステーションからポリシングステーションへそして移送ステーション70へと通過する間に、ウエハをリンスし、同様に、ウエハ40のバフ処理を効率よく行ってもよい。

【0043】回転マルチヘッドカーセル90は、4つのウエハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dを有しており、これらは、ウエハを受容して保持し、そして、これらを、ポリシングステーション50a、50b及び50cのそれぞれのブラーテン52上に保持されるポリシングパッドそれぞれに対して押圧することにより、研磨がなされる。カーセル90は、アームが取り外されているため十字形であり、静止している、中心ポスト902上で支持され、ベース22内部に配置されたモーター組立体によって、カーセル軸の周りに回転する。

【0044】この本発明に従った構成では、4つのウエ

ハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dは個々に、カルーセル支持板906の上に、カルーセル軸904の周りに等角度の間隔で、取り付けられている。中心ポスト902は、カルーセル支持板906をその中心に支持し、カルーセルモーターによって、カルーセル支持板906と、ウエハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dと、これに付随するウエハとを、カルーセル軸904の周りに回転させる。

【0045】ウエハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dのそれぞれは、ウエハヘッド110を有しており、これは、シャフトによってこれに接続されたヘッド回転モーター1002により、自身の軸の周りに回転する。ヘッド110は、それ専用のヘッド回転モーター1002（図2には、カルーセルクォーターカバー908の1つを取り外して示されている）による駆動を受けて回転することが可能であり、また、更に、カルーセル支持板906に形成されたスロット910の中を放射方向に、別個独立して往復運動をすることが可能である。ウエハヘッド110の底部に付いているウエハの昇降がウエハヘッドシステム100の中で行われる。カルーセルシステム全体の利点は、ウエハヘッドがウエハを受容して研磨及び洗浄のためにウエハを配置させるために要する垂直ストロークがほとんど必要ないことである。垂直ストロークがほとんど必要ないので、この垂直ストロークは、ウエハヘッド110の一番端で最下部部材の中に収めることができる。入力制御信号により、ウエハ受容リセスを含むウエハヘッド下部部材と静止しているウエハヘッド上部部材との間の相対運動が、入力制御信号（例えば、空気圧、水力や電気信号）に従って生じる。

【0046】実際の研磨中に、これらウエハヘッドシステムのうち3つ（例えば100a、100b及び100c）のウエハヘッド110が、ポリッシングステーション50a、50b及び50cのそれぞれのところの上方に配置され、ポリッシングステーションのそれぞれはポリッシングパッド54を支持する別個独立の回転ブラーテン52を有しており、ポリッシングパッドの表面は、ウエハ40の研磨のための媒体として作用する研磨スラリーでウェットな状態になっている。ポリッシングの最中は、ウエハヘッドシステム100a、100b及び100cは別個独立に、カルーセル90のそれぞれの半径に沿って往復運動をするため、それぞれのウエハヘッド110がそれぞれのポリッシングパッド54の直径に沿って別個独立に往復運動をする。典型的なプロセスでは、ウエハヘッド110の掃引軸が、ポリッシングパッド54の中心に調心される。

【0047】使用に際しては、ウエハヘッド110、例えば第4のウエハヘッドシステム110dは、最初は、ウエハ移送ステーション70の上方に配置されている。

カルーセル90が回転したとき、ウエハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dを別個に、ポリッシングステーション50a、50b及び50c並びに移送ステーション70の上方に配置させる。カルーセル90により、ウエハヘッドシステム100のそれぞれが、まず、移送ステーション70の上方に順に配置された後、ポリッシングステーション50の1つ以上上方に配置され、そして、移送ステーション70に戻される。

【0048】ポリッシングステーション54のそれぞれは、パッドコンディショナー装置60の1つにより、連続的又は間欠的にコンディショニング（調整）を受け、パッドコンディショナー装置のそれぞれは、コンディショナーアーム62に取り付けられた別個独立して回転するコンディショナーヘッド64を有している。摩耗コンディショニングパッド又は同様のコンディショニング面を、コンディショナーヘッド64の底部に有していることが必要である。アーム62は、ポリッシングパッド54の中心と周縁の間の往復運動により、それぞれのポリッシングパッド全面を、コンディショナーヘッド64に掃引させる。コンディショナーヘッド64は、パッド54に押圧されパッドを摩耗しコンディショニングを行い、その後、回転中にウエハ40を押圧して、効果的にポリッシングを行う。

【0049】図1に示されるウエハ搬送システム30では、まずカセット42が保持ステーション32から、脱イオン水等の液体浴302でカセット42及びウエハ40が浸るレベルまで満たされた保持タブ34に移送される。そして、研磨しようとするウエハそれぞれが、タブ34の中のウエハカセット42から引き出されて、ポリッシング装置20へと移される。オーバーヘッドトラック36から懸下する、回転可能で伸張可能な下降アーム35は、その遠端でリスト組立体37を有しており、リスト組立体は、ウエハブレード38とカセット爪39とを有している。カセット爪39は、保持ステーション32とタブ34の間でカセット42を移動させることができ、ウエハブレード38は、タブ34中のカセット42と移送ステーション70との間でウエハ40を移動させ向きを変えることができる。図1及びその他の図では、保持ステーション32が、移送70から離れて機械ベース22の側方に配置されるよう図示しているが、このような例示は、明確にするだけのための構成である。実際は、機械ベース22の移送ステーション70を保持するコーナーは、その他のコーナーに対して引かれている。従って、保持ステーション32は、機械ベース22の中での移送ステーション70のコーナーでもっと広い領域に配置される方が有利である。

【0050】（概説的なポリッシングプロセス）上記で概要を説明した装置は、様々なタイプのポリッシングのシーケンスに用いることができる。ここで、インラインプロセスと、マルチステッププロセスと、バッチプロセスの

3つが、主要なプロセスである。

【0051】インラインプロセスでは、ポリシングの操作を、別々のポリシングステーション50での多数のステップに分け、これらステップは、実質的に等価である。最も単純なケースでは、同じタイプのポリシングパッドと同じスラリが、3つのポリシングステーション50a、50b及び50cで用いられる。下記に詳述するが、ウエハヘッド110が、ウエハを順に各ポリシングステーションへ運び、それぞれのポリシングステーションでは、ポリシングの全体の3分の1が行われる。

【0052】ポリシングの操作が完全に完結する前にパッドのコンディショニングを行う必要がある場合に、インラインポリシングシステムを用いる動機が生じる。ポリシングパッドは、ポリシングの間にグレーディングする傾向がある。図3のグラフに模式的に例示するように、ポリシングの除去速度は、新しいパッドやコンディショニングを行ったばかりのパッドでは高いレベルから始まるが、パッドについての累積ポリシング時間と共に除去速度は低下する。高いスループットを実現するためには、除去速度が低すぎるレベルまで落ちる前に、パッドのコンディショニングをしてやる必要がある。コンディショニングとコンディショニングの間隔は、ポリシングパッドと、ポリシングプロセスと、ウエハから除去しようとする物質とに依存する。CMPの重要な用途の1つに二酸化珪素の平坦化があるが、この物質は非常に硬く、半導体製造プロセスによっては、二酸化珪素2μmを除去することが必要なものもある。この厚さが図3の曲線が行き着く研磨時間に対応するのであれば、ポリシングの間にパッドを少なくとも1度はコンディショニングしてやる必要がある。パッドのコンディショニングは、しばしば、ウエハをパッド及びウエハヘッドシステムから取り出して少なくともパッドの中心から離れるように移動させる必要が生じるため、パッドのコンディショニングのため、ポリシング中にブレークを入れて、ウエハを別の同等のポリシングステーションへ移動させてもよい。

【0053】更にインラインプロセスを用いる動機となるものは、移送ステーション70で行おうとする搬入出及び洗浄が、プロセスのオーバーヘッド時間を構成することにある。このオーバーヘッドが、ウエハヘッドがポリシングを行っていない場所に配置されている間になされているならば、ポリシングのスループットが低下する。3つのポリシングステーション50a、50b及び50c並びに移送ステーション70が、カルセル90の周りに均等に配置されているので、このオーバーヘッドは、ウエハ3枚がポリシングを受けている間に、移送ステーション70で行うことができる。このように、オーバーヘッドを、ウエハをポリシングステーション同士の間及びポリシングステーションと移送ステーションとの間で移動させるに要する時間にまで、小さくすること

が可能である。

【0054】インラインプロセスの更なる利点は、均等なポリシングステーション間にポリシングを分配することにより、特定のポリシングステーションでの不均一さが、別のポリシングステーションで平均かされるということにある。

【0055】マルチステッププロセスでは、ポリシングプロセスを多数の異なるプロセスに分割し、典型的には、徐々にポリシングを進めていく。例えば、第1のポリシングステーション50aでは、ウエハをラフにポリシングし、第2のポリシングステーションでは、細密なポリシングを行い、第3のポリシングステーションでは、ウエハのパフ仕上を行う。パフ仕上は非常に微妙なポリシングであり、主に、緩く付いている異物を表面から取り去るものである。ポリシングの強さは、スラリの組成、パッド材料、その他のポリシングの因子によって変わってくる。無論、本発明は、オーバーヘッドの低い、一体化したマルチステップのプロセスを提供するものである。しかし、マルチステッププロセスは、3つのポリシングのステップ全てが同時に行われる必要性がないため、内在的にスループットの問題を有している。通常は、ラフなポリシングには、細密なポリシングやパフに比べて、著しく多くの時間を必要とする。従って、システムのスループットはラフなポリシングによって制限され、他の2つのポリシングステーションは長時間作動しないこともある。これと同様のスケジュール上の問題が、別々のポリシングステーションを用いてポリシングプロセスの別々のステップを行う場合にも存在し、例えば、前述のように、二酸化珪素のポリシングを行った後メタル層のポリシングを行うような場合である。

【0056】バッチプロセスでは、それぞれのポリシングステーションで多数のウエハを完全にポリシングする。図1の装置では、3つのポリシングステーション50a、50b及び50cには、同じタイプのパッドが装着され同じタイプのスラリが供給され、ウエハそれぞれのポリシングが1つのポリシングステーションで完結する。即ち、ポリシングされていないウエハが3つのポリシングステーションに同時に与えられる。バッチプロセスでは、移送ステーションの動作が高いオーバーヘッドとなるが、図1の装置では、処理しようとするウエハ1枚に対して、ポリシングを続けながら、少なくとも、搬入出及び洗浄が可能であり、これは、ポリシングが必然的に中断した他の2枚のウエハに対しても同様の操作である。

【0057】インラインプロセスと、マルチステッププロセスと、バッチプロセスとの違いは、明確に決められるものではなく、これらの1つ以上の特徴を有するプロセスを選択してもよい。例えば2つのポリシングステーション50a及び50bを用いて、等価なインライン又はバッチのポリシングを行い、第3のポリシングステー



ション50cでは、マルチステップの細密なポリシングやバフを行ってもよい。後述するが、3つの中間洗浄ステーション80a、80b及び80cを用いて、簡単なバフ、ウエハの洗浄、あるいは軽いポリシングのステップを行うこともできる。この状況では、ポリシングステーションのバッチ処理は、装置の高価な部品をより有効に利用することが可能となる。

【0058】本発明は、オーバーセンターポリシングを可能にするという利点を有しており、即ちウエハ40が、回転するポリシングパッド54全面で掃引されることが可能になる。回転するウエハ40、回転するパッド54又はこれらの組み合わせを用いるポリシングでは、内在的な非均一性が問題となる。即ち、図4に例示されるように、ウエハ40とパッド54の双方は、それぞれの中心40a及び54aの周りに回転する。ポリシングの除去速度は通常ウエハ40とパッド54の相対速度に比例し、物体の回転速度は半径に応じて増加する。従って、回転するウエハ40の外側の部分は、内側の部分よりもより速くポリシングされるだろう。同様に、パッド54の外側の部分は、パッドの内側の部分よりも、ウエハを更に速くポリシングする。ウエハ40とパッド54を2つの領域に分割することは、連続的な段階変化が生じていることからみて、簡略化が過ぎる。このような内在的な非均一性を低減するためには、ウエハ40のパッド54への掃引のパターン及びタイミングを、1995年6月30日出願の Tolles 氏による米国特許出願S. N. 08/497362号に記載されるように、最適化することができる。ウエハ40をパッドの中心54aからパッド中心54aと別の側の位置まで掃引する能力は、最適化において別の自由度を与えるものである。オーバーセンターポリシングの付加的な自由度は、商業的に入手可能なウエハポリシングシステムでは、一般に手に入れることができなかったものである。

【0059】インラインプロセスは重要なプロセスであるため、以下にその詳細を説明する。図5A、B、C、D、E及びFは、6つの段階のシーケンスを示し、これら段階の間では、カルーセル90が回転をしている。まず、ウエハ(W)を挿入し、続いて、カルーセル90のカルーセル支持板906に支持されたウエハヘッドシステム100a、100b、100c及び100dの移動を継続させることから、ここでの説明を始める。

【0060】図5Aの第1段階に示されるように、第1のウエハW#1が、搬送装置30から移送ステーション70へと搬送され、移送ステーション70は、ウエハヘッド110、例えばウエハヘッドシステム100aのウエハヘッドへ、ウエハを搬送する。そして、カルーセル90を支持中心ポスト92に反時計方向に回転させ、図5Bの第2段階で示す如く、第1のウエハヘッドシステム100aとそのウエハW#1とを、第1のポリシングステーション50aの上方に配置させる。その配置で、

ポリシングステーション50aにより、ウエハW#1の第1段階ポリシングが行われる。第1のポリシングステーション50aが第1のウエハW#1のポリシングを行っている間、第2のウエハW#2が搬送装置30から移送ステーション70へと搬送され、そこから第2のウエハヘッドシステム100bへと搬送され、ここに、移送ステーション70の上方に配置される。

【0061】図5Bの第2段階が完結した後、カルーセル90を再び反時計方向に回転させ、図5Cに示すように、第1のウエハW#1が第2のポリシングステーション50bの上方に配置され且つ第2のウエハW#2が第1のポリシングステーション50aの上方に配置されるようになる。第3のウエハヘッドシステム100cを移送ステーション70の上方に配置させ、移送ステーションから第3のウエハヘッドシステムは、搬送システム30からの第3のウエハW#3を受容する。図5Cの第3段階の間は、ウエハW#1及びW#2の双方がステーション50a及び50bのそれぞれで研磨される。図5Dに示すような第4の段階に入るに当たり、カルーセル90を再び反時計方向に90°回転させ、ウエハW#1を第3のポリシングステーション50cの上方に配置させ、第2のウエハW#2を第2のポリシングステーション50bの上方に配置させ、第3のウエハW#3を第3のポリシングステーション50cの上方に配置させ、他方、第4のウエハW#4を搬送装置30から受容する。第3の段階では、第1のウエハW#1が第3ステージのポリシングを受け、第2のウエハW#2が第2ステージのポリシングを受け、第3のウエハW#3が第1ステージのポリシングを受けていたが、この第3の段階が完結した後、カルーセル90を再び回転させる。しかし、ロータリーカブリングを使用する必要を防止し、フレキシブルな連続ラインを用いてカルーセル90への単純でフレキシブルな流体及び電気の接続を可能とするため、カルーセル90を、反時計方向に90°回転させるのではなく、時計方向に270°回転させる。この等価な回転は、図5Eに示すように第1のウエハW#1を移送ステーション70の上方に配置させ、第2のウエハW#2を第3のポリシングステーション50cの上方に配置させ、第3のウエハW#3を第2のポリシングステーション50bの上方に配置させ、第4のウエハW#4を第1のポリシングステーション50aの上方に配置させる。他のウエハW#2、W#3及びW#4が研磨されている間、第1のウエハW#1が移送ステーション70で洗浄され、第1のウエハヘッドシステム100aから搬送装置30へと搬送され、その後、カセット42の中のもの位置に戻され、また、第5のウエハW#5は、図5Fに示すように、第1のウエハヘッドシステム100aに搬送される。この段階の後、反時計方向に90°に回転させるプロセスを反復する。

【0062】ここでの説明では、カルーセルを停止させ

てウエハヘッドを中間洗浄ステーションでのブラーテン間に配置させて、ポリシングのステージ同士の間又はポリシングが終了した後、ウエハをリンスする、処理のシーケンスを含んではいない。

【0063】ここでの説明では、マルチステップのポリシングシステム又は実質的に同様のポリシング工程を別々のステーションで行うインラインシステムの、両方に適用可能である。マルチステップのシステムでは、これら多数のポリシングのステージでは、パッド構造体又はスラリの組成を変化させる手段により、漸進的により細密なポリシングとしていくか又は異なる層へポリシングを進める。インラインプロセスでは、多数のポリシングステーションのそれぞれでは、同じウエハに対して実質的に同様のポリシングを実質的に等しい時間行っている。インラインプロセスには、搬入出に係るウエハ1枚当たりのオーバーヘッド時間が、ポリシングステーションを多数有することにより減少するという利点がある。また、1つのポリシングステーションから導入されるポリシングの非均一性が、他のポリシングステーションにより平均化されるだろう。

【0064】図5A、5B、5C及び5Dは、更に、図5Dの配置と5Eの配置の間でのカルーセル90の動きの詳細を示す。図6Aでは、並置されたパッド5.4及びブラーテン5.2が回転して、第2、第3及び第4のウエハW#2、W#3及びW#4がポリシングを受け、他方、第1のウエハW#1が移送ステーション70で洗浄される。図6Bでは、第1のウエハW#1が、もとのカセット4.2に戻され、図6Cでは、第5のウエハW#5が、カセット4.2から移送ステーション70へと搬出されそこで洗浄される。これら全ての間、他の3つのウエハW#2、W#3及びW#4のポリシングは継続している。図6Dでは、カルーセル90を約45°回転し、第2、第3及び第4のウエハW#2、W#3及びW#4が、順に、中間洗浄ステーション80c、80b及び80aのそれぞれ上方に置かれる。以下に更に詳細を説明するプロセスにおいては、ウエハヘッドシステム100b、100c及び100dが、それぞれ関連する洗浄ステーション80a、80b及び80cのそれぞれの上方にあるウエハをステップ状に回転させて、残留しているスラリー及び前のポリシングステーション50aからの堆積物をリンスして、次のポリシングステーション50を汚染させないようにする。更に、別の洗浄ステーション80を移送ステーション70と第1のポリシングステーション50aの間に配置させて、ポリシングに先立ちウエハをリンスしてもよい。この予備的なリンスは、中間洗浄ステーション80a及び80bによって費やされたオーバーヘッド時間を付加せずとも実施することが可能である。リンスの後、次のカルーセルの45°の回転操作を行い、ポリシングを継続する。

【0065】以下に、種々のサブシステムについて、詳

細な説明をしていく。

【0066】(カルーセル) 図7は、クォーターカバー908を取り外した状態の、カルーセルの分解図である。中心ポスト902は、大型で肉厚(約2" (6cm))のカルーセル支持板906(好ましくはアルミニウム製)を支持する。カルーセル支持板906及びほとんどのカルーセル90の構造物は、4ヘッドの構成のため90°の等間隔で固定された4つのアームの十字形の形態で配置されている。カルーセル支持板906は、放射方向に伸び90°の間隔で配向された、端部が開いたスロット910を4つを有している。図2では、この代りに、これに近接に関係する端部が開いたスロット948を有する下カバーが示される。上面が図8に、側面断面が図9に示されるように、カルーセルヘッド支持板906の上部が、4つ1組のスロット付きウエハヘッド支持スライドを支持する。スライド908は、カルーセル支持板906のスロット910のそれぞれと調心され且つこれに沿ってスライドし、カルーセル支持板906の中心に対して放射状に自由に移動する。スライド908のそれぞれは、リニアベアリング組立体912に支持され、リニアベアリング組立体の2つがスロット906を挟んでいる。リニアベアリング組立体912のそれぞれは、図9の断面図に示されるように、カルーセル支持板906に固定されたレール914と、2つのリニアガイド916(各サイドでは1つだけが例示される)とを有し、ボールベアリング917がレール914のグループとガイド916との間をローリングする。特に区別して図示してはいないが、2つのリニアガイド916はそれぞれのレール914と合うようにされ、これらの間での自由でスムーズな移動を与える。リニアベアリング組立体912は、スライド908を始めとする取り付けられるもの全てに対し、カルーセル支持板のスラリロボットと910に沿った自由な運動を与える。図8の上面平面図に示されるように、ベアリングストップ917がレール914の1つの外側端部に装着され、ベアリングレール914の端部からスライドが抜け落ちることを防止するセーフガードとして機能する。

【0067】図8の上面平面図と図9の断面図に示されるように、スライド908の一方のサイドには、スライド908の中間端部に固定される再循環ボールねじ切り受容キャビティ(又はナット)(例示せず)を有している。このねじ切りキャビティ又はナットは、モーター920により駆動される親ねじ918を受容し、このモーターは、カルーセル支持板906に装着されるスweepモーターである。親ねじ918を回転させて、スライド908を放射方向に移動させる。4つのスweepモーター920は、図8の上面図に例示されるように、独立して作動可能であり、これにより、4つのスライド908をカルーセル支持板906のスロット910に沿って、それぞれ別々に移動させる事が可能となる。

【0068】図8の左下に例示されるように、スライド908のそれぞれの側部には、光学位置センサーが取り付けられている。水平方向に伸張するフィン926を有する位置フラグ924が、スライド908のそれぞれのウォーム側に取り付けられている。光学位置センサー928が位置フラグ924と共働して、スリーブモーター920の中心位置の検知を与える。センサー928は、フィン926がセンサー928のトリガーギャップを通過できるような高さでカルーセル支持ベース906に固定される。更に、これはスロット910に沿った位置で固定され、また、フィン926が光学センサー928のトリガーギャップを行程の半分で塞ぐような長さ、例えば、中心から最内の位置までで、中心から最外位置までを塞がないような、長さを有している。中心での移行が、システムの検量を行う。スライド位置は名目上、スライドモーター920への入力又はこれに取り付けられたエンコーダーによりモニタされるが、これは間接的な方法であり、誤差が蓄積する。光学位置センサーは、電子的な位置のモニタの検量を行い、また、電力の目減りや同様の機械制御の損失があった場合に、スライド位置を決定するに特に有用である。リカバーの段階では、光学信号の存在又は不存在は直ちに、中心検量点を通過するに要する移動の方向を指示する。この光学センサーの詳細は、本発明のポリシングシステムに用いてオーバーシュートに対してセーフガードし、再検量、特に電力損失の場合の再検量を可能にする、多数の光学センサーのうち1つだけについて与えられている。このようなセンサーは、システムの可動部品であってその絶対位置が重要な部品のだいたいどれにも付いている。

【0069】図7の斜視図及び図9の断面図に示されるように、4つのスライド908のそれぞれに、ウエハヘッド組立体100がそれぞれ固定され、これらのそれぞれは、ウエハヘッド110と、ウエハヘッドモーター1012と、ヘッド回転駆動シャフト1014と、これら2つを接続する包囲非回転シャフトハウジング1015とを有しており、その他の部品は後述する。ウエハヘッド組立体110のそれぞれは、ポリシング装置20から離れるように組み立てられてもよく、カルーセル支持体906のスリット910内に緊密でない状態で、スライド908のアーム間及びレール上をスライドしてもよく、また、緊密となりスライド908を把持してもよい。

【0070】(ウエハヘッド) 本発明には、様々なタイプのウエハヘッドのいずれをも用いることができ、例えば、その中の1つがShendon による米国特許第5,205,082号に、記載されている。

【0071】(ダイヤモンドウエハヘッド) もう1つの模範的なヘッド110が、図9の底部に断面で模式的に例示されており、これは広くダイヤモンドヘッドと称され、同時に出願された、Zuniga による標題「ケミカル

メカニカルポリシング装置のキャリアヘッドのデザイン」の米国特許出願通し番号\_\_\_\_\_ (AMAT Doc ket # 1129) に記載されるものである。このヘッド110は、下向きに面する略円筒状のボール部材1110と、ボール部材1110の中心キャビティの中にフィットするフローター部材1112とを有している。フローター部材1112は、下面に、保持リング1116で包囲される受容リセス1115を有し、リセス1114を画成し、ポリシングしようとするウエハ40がこのリセス1114の中にフィットする。保持リング1116は、例示の如くフローター部材1112に固定されてもよく、あるいは、弾性接続部を介してフローター部材1112又はボール部材1110にフレキシブルに接続されてもよく、この弾性接続部は、保持リング1116を強制してポリシングパッド54の研磨面と接触させる傾向を有する。また、保持リング1116は、ポリシングの間にウエハがウエハヘッド110の下から側路へ滑り落ちることを防止する。構成の1つでは、中心シャフトブッシング組立体1118により、フローター部材1112のボール部材1110への調心が保持される。ウエハ受容部とヘッドのその他の部分との調心がうまくいかないことが、過去には問題となっていた。フローター部材1112の頂部の中心開口の中にフィットするブッシング1120が、ボール部材1110の頂部から下向きに伸びる中心シャフト1130を受容し、ボール部材1110とフローター部材1112の水平方向の調心を維持しつつこれらの垂直方向の動きを可能とする。

【0072】フレキシブルなシールが、フローター部材1112をウエハヘッド110のボール部材1110に接続させる。このようなシールにより、ボール部材1110とフローター部材1112の間の自由な相対的垂直運動を可能としたまま、流体緊密キャビティ1132がフローター部材1112の裏側に形成される。また、このシールを用いることにより、ボール部材1110とフローター部材1112の間に、これらをおよそ外周に調心することを保持するための外周トルクが与えられる。フレキシブルなシールの一例は、ローリングシール1134であり、これは概説的には、ボール部材1110とフローター部材1112が相対的に運動するとき、ヘッド110のボール部材1110の内側とフローター部材1112との間をシールする、弾性材料の環状ストリップを備えている。この運動では、隣接する部材を妨害せずまたボール部材1110とフローター部材1112の間に垂直力成分を加えずに、シールを維持しつつ、ローリングシール1134の弾性シールがロールする。

【0073】(3Cウエハヘッド) また別の模範的なヘッド110が図11及び12に断面図で表され、これは3Cヘッドと称され、1995年6月9日出願の Shendon らの米国特許08/488,921号に開示されている。

10

20

30

40

50

【0074】図11に示されるように、3Cウエハヘッド110'の内部構造の詳細が示されている。好ましくは、ヘッド110'は、ボール部材1160を有しており、このボール部材1160は、下向きに面するリセス1162を自身に有し、この中にキャリア板1164が受容される。ヘッド110'をヘッド駆動シャフト1014に接続するためには、ボール部材1160は、上向きに伸び外側にねじ切りがなされたボス1166を有し、また、シャフト1014は盛り上がったボス1166に対して終了している。カップ状の外周ナット1168は、下向きに伸び内側にねじ切りを有するリップ1170と、ナット1170に中心リセス1172とを有し、ヘッド駆動シャフト1014をボール部材1160に固定する。シャフト1014の端部は、ナットリセス1172を介して伸張し、シャフト端部がナットボア1172の中まで伸びた後にシャフト1014の端部に隣接して配置されるスナップリングボアの中に、スナップリング1174が配置される。スナップリング1174は、シャフト1014がナットボア1172から引き込まれることを防止する。そして、リップ1170をボス1166のねじ切り外面にねじ止めてカップ状の外周ナット1168をボス1166に止めることにより、スナップリング1174をカップ状外周ナット1168とボール部材1160との間に捕捉する。ヘッド駆動シャフト1014及びボール部材1160を回転させてロックするために、シャフト1014は、自身の下端の内側に伸張するキーウェイ1176を有しており、また、ボス1166も、シャフト1014が外周ナット1170に受容されたときシャフトのキーウェイ1176と調心するキーウェイ1178を有している。キーが、1つのキーウェイ1176及び1178の間に伸びる。あるいは、ピン1180をボール部材1160のボス1166及びヘッド駆動シャフト1014のそれぞれの穴に挿入してもよい。

【0075】ボール部材1160は、実質的に垂直に固定され、回転方向の運動が可能な参照面を与え、この参照面からウエハ40が研磨面に搬送される。図11に例示される好ましい具体例では、1次的な上バイアスチャンバ1182と2次的な下バイアスチャンバ1184とを用いて、ボール部材1160により与えられる参照面に対して垂直方向に、キャリア板1164を選択的に配置させることにより、基板の搬送が行われる。好ましくは、中心リセス1162は、ボール部材1160の境界の内部を画成し、好ましいグループではこのボール部材1160は、上側の水平に伸びる板状部分1186と、下向きに伸びるリム1188とを有するワンピースの部材である。キャリア板1164は、リセス1162の中に受容され、そこから伸びて、研磨面に対するように、受容した基板を配置させる。

【0076】リセス1162のキャリア板1164を選

択的に配置させる事を可能とするため、1次的なバイアスチャンバ1182は、上側板1186とキャリア板1164上面との間に伸びるベローズ1190を有している。このようなベローズ1190は、ボール部材1160の上側板1186とキャリア板1164との接続部でシールをし、また、これらの接続部は、ボール部材1160から分離せずに懸下しているキャリア板1164の質量を支持するに十分な強度を有している。好ましくは、ベローズキャビティ1192が着脱可能なベローズインサート1194の中に形成されており、このベローズインサートは、上ベローズ板1196と下ベローズ板1198とを有し、ベローズ1190はこれらの間に伸びている。ベローズ1190は、ブラーテン1196及び1198に装着、着脱可能なベローズインサート1194を形成する。ベローズインサート1194をボール部材1160に装着し、また、キャリア板に装着するためには、複数のボルト（図示せず）が下ベローズ板1198のリムを貫通してキャリア板1164の上部にまで達し、また、複数のボルト（図示せず）がボール部材1160の板状部分を貫通して上ベローズ板1196のねじ穴にまで達している。

【0077】ウエハヘッド110'の2次的な搬送組立体1184は、キャリア板1164の中に形成されるパウチャンバ9102を有している。パウチャンバ9102はシール可能なキャビティであり、これは、薄い略平坦な膜9104を有しており、この膜に対して、共形となる材料9106、例えばポリシングパッド材料の1ピース等が配置され、ウエハの表面に対して共形な基板受容面を形成する。

【0078】ヘッド110'を用いて基板を研磨するためには、平坦な下面9104をカバーする材料9104に対して基板を搬送する。そして、ヘッド110'を、ポリシングパッド54の1つの上に配置させ、ベローズキャビティ1192に圧力を与えて上げ、キャリア板1164に対して研磨面の方へのバイアスを与えて、これに対して基板を搬送する。基板の中心とエッジでの圧力を変化させるために、パウチャンバ9102は空気圧により加圧される。正圧をかければ平坦な膜9104を外向きに変形させ、また、平坦面の中心が最も外向きに伸びて凸型となり、基板と基板中心近くの研磨面との間への搬送を進める。他方、負の空気圧では、凹型を作るだろう。

【0079】また、図11に示されているように、ヘッド110'は、リテーナーリング9110を有していることが好ましく、これは、ポリシングの間に、研磨面と接触するまで伸張し、また、逆に、ヘッド110'の内向き且つ上向きに縮んでしまわれる。このヘッド110'の具体例では、リング9110は平坦なベースTを有する環状部材であり、このベースの上には、交換可能なコンタクトリング9114が固定され、また更に、外

向きに伸びる環状レッジ部分9116を有している。ボール部材1160は、内向きに伸びる環状レッジ9118を有しており、これは、リテーナーリング9110の外向き伸張レッジ部分9116の表面の下まで伸びている。リテーナーリング9110をボール部材1160のリセス1162の中に固定するために、複数の圧縮ばね9120が、外向きレッジ9116の下面と内向きレッジ9118との間に伸びている。これらのばねは、リテーナーリセス9110に対して、ボール部材1160の内向き且つ上向きに、連続してバイアスを与える。リテーナーリセス9110を下向きに突出してボール部材1160から外に出すため、また、この突出しの長さを変化させ制御するために、膨張可能なドーナツ状のブラダ9122が、リテーナーリング9110の外向き伸張レッジ9116と、リテーナーリング9110の全周の周りのボール部材1160の中レッジ9124の下面との間に伸びている。図8に示されるように、タイヤチューブのステムと同様の構造体を介してブラダが排気されるときは、リテーナーリング9110は、ヘッドの内側且つ上向きに収縮する。ブラダ1188が正圧を受ければ、リテーナーリング9110の底部は、図12に示されるように、ヘッド110'から下向きに伸びる。ブラダ1188は、ゴム又はメタルの環状ベローズ2つであってこれらの間に環状のキャピティを画成する2つの環状ベローズと、交換してもよい。

【0080】図11は、垂直通路9130、9132、9134、9136及び9138を示しており、これらは、駆動シャフト1014に沿って伸び、ヘッド110'内の様々な通路にシールして接続し、ヘッドの部品への真空、空気圧又は流体を、選択的に供給する。垂直通路9130は、側方通路9140及び垂直通路9142を介して、ブラダ9122へと接続される。垂直通路9132は、側方通路9144を介して、ベローズインサート1182とリテーナーリング9110の間の領域に接続される。垂直通路9134は、通路9146を介してベローズキャピティ1192に接続される。垂直通路9136は、通路9148を介してベローズチャンバ9102へと接続される。垂直通路938は、側方通路9150及び垂直通路9152を介して、膜9104の底面9106のポート9154へと接続され、ヘッド110'がウエハを選択的に保持及び解放できるようにしている。

【0081】(3C3ウエハヘッド) 図12Aは、ウエハヘッドの別の具体例を示しており、これは、図11及び12のウエハヘッド110'の変形であり、3C3ヘッドと称される。3C3ウエハヘッド110'は、主要な3つの組立体を備えている。ベース組立体9202と、ハウジング組立体9204と、リテーナーリング組立体9206である。ベローズシステム9208は、ハウジング組立体9204と、ベース組立体9202及び

リテーナーリング組立体9206との間に配置される。これらの組立体の詳細を、以下に説明する。

【0082】ベース組立体9202は、ウエハ40に負荷を与える。即ち、ウエハ40をポリシングパッド54に強制する。ベース組立体9202は、ハウジング組立体9204に対して垂直に移動して、ポリシングパッドへの又はポリシングパッドからのウエハの運搬を可能にする。ベローズシステム9208がハウジング組立体9204をベローズ組立体9202に接続し、これらの間に環状の1次的な圧力チャンバ9210を形成する。流体、好ましくはエアがポンプにより1次圧力チャンバ9210へ流入及び流出して、ウエハ40上の負荷を調節する。エアが1次圧力チャンバ9210にポンプで送られたときは、チャンバ内の圧力が上昇し、ベース組立体9202が下向きに押される。

【0083】また、ベローズシステム9208は、ハウジング組立体9204をリテーナーリング組立体9206に接続して、環状の2次的な圧力チャンバ9212を形成する。流体、好ましくはエアがポンプにより2次圧力チャンバ9212へ流入及び流出して、リテーナーリング組立体9206上の負荷を調節する。

【0084】下記に説明するように、ハウジング組立体9204が駆動シャフト1084に接続され、これによって回転される。ハウジング組立体9204が回転しているときは、ベローズシステム9208は、トルクをハウジング組立体9204からベース組立体及びリテーナーリング組立体9206へと伝達し、これらを回転させる。

【0085】ベース組立体9202は、ほぼ平坦な底面を有するディスク状のキャリアベース9214を有しており、この底面がウエハ40と接触してもよい。キャリアベース9214の上面710は、略平坦な環状領域9222で囲まれた、中心に配置される円形の窪み9220を有している。環状領域9222自身は、リム9224で囲まれている。数本の垂直導管9226が、ウエハヘッド110'の中心軸9228の周りに均等に配置されており、これらは、底面9216からキャリアベース9214の中を通過して、中心円形窪み9220へと伸びている。

【0086】略平坦な環状板9230の大部分が、環状板9230の外エッジがキャリアベース9214のリム9224と隣接するように、キャリアベース9214の環状領域9222の上に置かれる。環状板9230の内側部分9232が、中心円形窪み9220の上に突き出ている。環状板9230は、環状板9230の中の通路の中を伸びてキャリアベース9214のねじ切りリセスに係合する、ボルト9234によって、キャリアベース9214に取り付けられてもよい。

【0087】ストップシリンダー9240が、環状板9230の中心開口9238に装着される。ストップシリ

ンダー9240は、管状の本体9242と、放射方向外側に突き出る下フランジ9244と、放射方向内側に突き出る上フランジ9246とを有している。下フランジ9244は、環状板9230の内エッジのところリップ9248と係合して、ストップシリンダー9240を環状板9230の上方に支持する。ストップシリンダー9240の下フランジ9244とキャリアベース9210の円形中心窪み9216と環状板9230の内側部分9232との間のギャップは、ベース組立体9202に中心キャビティ9250を形成する。中心チャンネル9252が、下フランジ9244から管状本体9242の中を通過して上フランジ9246へと垂直に伸びて、中心キャビティ9250及び垂直導管への流体のアクセスを与える。

【0088】ハウジング組立体9204は、自身の上部にディスク状のキャリアハウジング9260を有している。キャリアハウジング9260の底面は、円筒状キャビティ9262を有している。また、この底面は内側環状面9264と、外側環状面9266とを有し、これらは、下向きに突き出るリッジ9268によって隔てられる。キャリアハウジング9260の上面は、ねじ切りネック9274を有する円筒状ハブ9270を有しており、このねじ切りネックは、上向きに面する中環状領域9272の上方に突き出る。緩いスロープを有する部分9276が、中環状部分9272を包囲し、スロープ部分9276はレッジ9278に包囲される。

【0089】また、ハウジング組立体9204は、キャリアハウジング9260の下側に、環状の内側板9280と環状の外側板9282とを有している。内側板9280は、ボルト1組により、キャリアハウジング9260の底部の内側環状面9264に装着され、外側板9282は、ボルト1組により、外側環状面9266に装着されている。内側板9280の外エッジは、キャリアハウジング9260のリッジ9268に隣接する。内側板9280の内エッジは、円筒状キャビティ9262の下まで水平に突き出て、内向きに細くなるリップ9290を形成し、このリップは自身とシリンダー9240との間の開口9292によって包囲される。円筒キャビティ9262の上部は、天井部9294によって閉じられている。ベローズ0スラリ組立体9202のストップシリンダー9240は、開口9292の中を通過して円筒キャビティ9262の中にまで伸び、また、その上フランジ9246は水平方向にリップ9290の上方にまで突き出る。

【0090】ハウジング組立体9204には、幾つかの導管9204があって、ウエハヘッド110"へ流体を流入出させる。第1の導管9300は、内側板9280の底面からキャリアハウジング9260（及び図示しない通路）の中を通過して、ハブ9270の上部へと伸張する。第2の導管9302は、円筒キャビティ762から

キャリアハウジング9260を通過してハブ9270の上部へと伸張する。第3の導管9304は、外側板9282の底面からキャリアハウジング9260の中を通過して、ハブ9270の上部へと伸張する。ハブ9270の上面及び底面に設置されたリング9306が、これら導管それぞれを囲み、これらに隣接する部材に対してのシールを与える。

【0091】ウエハヘッド110"を駆動シャフト1084へ取り付けするには、2つのドエルビン（図示せず）をドエルビン穴（図示せず）内に配置して、ウエハヘッドを持ち上げることによって、行ってもよく、こうすれば、これらドエルビンが、駆動シャフト1084aの対になったドエルビン穴（図示せず）にフィットする。この方法では、駆動シャフト1084の斜めの通路を、導管9300、9302及び9304に調心する。そして、ねじ切り周縁ナット1068を、ねじ切りネック9274にねじ止めして、ウエハヘッド110"を駆動シャフト1084に緊密にしっかりと取り付けることができ。

【0092】ベローズシステム9208は、ベース組立体9202とハウジング組立体9204の間の空間に同心状に配置される数個のメタルベローズを有している。各ベローズは、膨張して垂直に接触することができる。内ベローズ9310は、内側板9280の内エッジをストップシリンダー9240の下フランジ9244に接続させて、上中心キャビティ9262及び中心チャンネル9252を、1次圧力チャンバ9210からシールする。ポンプ（図示せず）がエアを、第2の導管9302を介して、垂直導管9226、上中心キャビティ9262、中心チャンネル9252及び下中心キャビティ9250と流入出させ、ウエハをウエハヘッド110"に真空チャックし又はウエハヘッド110"から圧力解放する。

【0093】外ベローズ9312により、内側板9280の外エッジが環状板9230に接続する。同心状に配置される内側のベローズ9310と外側ベローズ9312の間のリング状の空間が、1次的な圧力チャンバ9210を形成する。ポンプ（図示せず）により、第1の導管9300を介して1次的圧力チャンバ9210にエアを流入出させて、1次的圧力チャンバ9210内の圧力を調整し、即ち、ヘッド110"がウエハ40に作用させる負荷を調節する。

【0094】1次的圧力チャンバ9210が膨らみ、ベース組立体9202がハウジング組立体9204に対して下方向に移動するとき、メタルベローズ9310及び9312が伸びて、環状板9230と内側板9280との間の距離の増加分に適合する。しかし、ストップシリンダー9240のフランジ9246がハウジング組立体9204のリッジ9290を捕まえて、ベース組立体の下向きの動きを停止させ、ベローズが伸張しすぎて壊れ

ることのないようにする。

【0095】リテーナーリング組立体9206は、内向きに向く水平アーム9322と上向きに向く垂直アームとを有するL字型のリング支持体9320を有している。水平アーム9322の上部には、バックリング9330がボルト9332によって取り付けられている。バックリング9330の外側部分9333が、L字型リング支持体9320の垂直ウエハアーム9324に隣接し、バックリング9330の内側部分がキャリアベース9214のリム9224の上にまで水平に突き出ている。フレキシブルなシール9335により、リテーナーリング組立体9306がキャリアベース9214に接続し、ウエハヘッドをスラリから保護する。シール9335の外エッジが、バックリング9330とL字型リング支持体9320の水平アーム9322との間に挟まれ、シール9335の内エッジが接着剤によりキャリアベース9214に取り付けられる。垂直に伸張するフランジ9336が、L字型リング支持体9320の垂直アーム9324の外側に取り付けられ、ウエハヘッド110"の外壁を形成する。フランジ9336は、上向きに伸びて、キャリアハウジング9260とほぼ接触する。シール9338が、キャリアハウジング9260のレッグ9278上に置かれ、垂直伸張フランジ9336の上方にまで伸び、ウエハヘッド110"をスラリによる汚染から保護する。リテーナーリング9340が、リセスボルト（図示せず）により、L字型リング支持体9320の水平アーム822の底面に装着される。リテーナーリセス9340は、内側の下向き突起部分9342を有しており、この突起部分は、ポリシングパッド54と接触し、ウエハがベース組立体9202から滑り落ちることを防止する。

【0096】第3の円筒ベローズ9314が、ハウジング組立体9302の外側板9282の内エッジを、バックリング9330の内側部分9334に接続させる。第4の円筒ベローズ9316が、外側板9282の外エッジをバックリング9330の外側部分9333に接続させる。同心状に配置される第3のベローズ9314と第4のベローズ9316との間のリング状の空間が、2次的な圧力チャンバ9212を形成する。ポンプ（図示せず）により、第3の導管9304を介して2次的圧力チャンバ9212にエアを流入出させて、2次的圧力チャンバ9212内の圧力を調整し、即ち、リテーナーリング9340への下向きの圧力を調節する。1次的チャンバ9210及び2次的チャンバ9212が独立して加圧されるため、ベース組立体及びリテーナーリングが、垂直方向に独立して作動することが可能である。

【0097】（ウエハヘッドの装着）更に図10の拡大断面図を参照し、図9のダイヤモンドウエハヘッド110を特に参照しつつ、説明をしていく。ここで説明の大

部分は図11の3Cウエハヘッド110'及びウエハ12Aの3C3ウエハヘッド110"に適用できる。ウエハをポリシングする垂直ポリシング力は、ボール部材1110及びフローター部材1112の間の流体緊密キャビティ1132に送られる加圧流体によって与えられる。この加圧流体は、エアでも水でもよいが、ヘッド駆動シャフト1014の第1の軸チャンネル1040（4つのチャンネルの1つ）を介して、ウエハヘッドに供給される。ロータリーモーター1012の上のシャフトの上部のロータリーカップリング1042（後述する）が、4つの流体ラインを回転シャフト1014のシャフトチャンネルへつなぐ。斜めの第1の通路1044が、ヘッド駆動シャフト1014のシャフトフランジ1046に形成され、第1のシャフトチャンネル1040を、下向きに面するボール部材1110の上ハブ1150の垂直通路1048に接続させる。垂直通路1148は、ボール部材1110とフローター部材1112との間の流体緊密キャビティに伸びて下がり、この中の圧力を制御する。同様の斜めの通路1052及び垂直通路1054により、第2のシャフトチャンネル1056がウエハヘッド110の内部へ接続し、また、所望により残りの2つのチャンネルに対して同様の部品が与えられる。空孔シャフトチャンネル1040及び1056の底部には、プラグ1058が配置され、これらにシールして接続する。シャフトフランジ1046の斜めの通路1044及び1052と、ボール部材1110の垂直通路1044及び1052の、それぞれの間にシールが配置され、この中に収容されている流体を閉じ込める。

【0098】駆動シャフト1014及びウエハヘッド110が一緒になる場合は、2つのドエルビンが、ボールハブ1050及びシャフトフランジ1046の1対のドエル穴1062及び1064の中に配置され、シャフト1014とボール部材1110、特に流体通路を、外周調心する。ボールハブ1050の周縁1066にねじ切りが施され、周縁ナット1068がここにねじ止めされる。周縁ナット1068はリップ1070を有しており、このリップ1070は、シャフトフランジ1046の外径よりも小さく、駆動シャフト1014のフランジ1046上部にフィットし、駆動シャフト1014を把持してウエハヘッド110のボール部材1110に保持させる。

【0099】数多くの目的のため、別個の流体接続部を用いることができる。例えば、通路を利用して、（1）真空源又は加圧ガス源をリセス1115につないで、そこでウエハがウエハヘッド110と接触するようになる（これは図9の右側の構成であり、流体緊密キャビティ1132を介して垂直通路1074へのスライドシール1072を要する）；（2）真空源又は加圧ガス源をウエハヘッド110のボール部材1110へつないで、ボール部材1110からウエハヘッド110のフローター

部材1112の垂直伸張及び収縮を調節する（これは、ヘッド110及び110'の両方の構成である）；

（3）2つの通路（供給及び戻り）を用いて、冷却水をウエハヘッド110の中に循環させて、ウエハ温度を制御する；そして、（4）ロータリーカップリング1042がそれを行うことができる場合は、電気ラインをチャンネルの中に通し、例えば、ウエハヘッドのインドを測定する。

【0100】ボール部材1110とフローター部材1112の間のシールキャビティ1132に流体圧力を供給することにより、ウエハヘッド110の下フローター部材1112が、上固定ボール部材1110に対して垂直に移動する。フローター部材1112とボール部材1110の間のローリングシール1034の背面にエアを供給することにより、フローター部材1112のリセス1115に載置されたウエハ40を研磨するために、フローター部材1112が下がりポリッシングパッド54に接触する。同様に、ウエハ40を上昇させて次のポリッシングステーション又は移送ステーションに移動させることが望ましい場合は、真空をシールキャビティ1132に供給して、ウエハ40を保持しているフローター部材1112を上昇させる。

【0101】例示の如く、ボール部材1110の中でのフローター部材1112のストロークは、非常に小さく、0.2インチ（5mm）のオーダーであり、また、これはウエハヘッドシステム100、カルーセル90又はポリッシングステーション50の垂直方向の運動のみである。このように非常に短いストロークは、ウエハヘッドの下端の中に容易に適合し、また空気圧により実現可能である。この短いストロークの主な因子は、本発明のポリッシングシステムにおいて、設計が簡単になり、製造及び稼働コストが低減することである。

【0102】（ヘッドシールド板）ウエハヘッドシステム100の全体のデザインでは、カルーセル支持板906のスロット910の中を通過し、また、スロット910の中を往復運動することが、要請される。ケミカルメカニカルポリッシングは、ウェットで且つ粒子により増強される操作である。ウエハヘッド110及びこれに対応する部品は、ヘッド110の内側からポリッシングの環境を排除するように、慎重に設計されてきた。リニアベアリング支持板906は、湿気及び塵に対して敏感であるので、ポリッシングの環境がそこを貫通して通過する事を防止するように、ウエハヘッド組立体100がカルーセル支持板906の中を通過するポイントの周囲のシールを設計することが望ましい。以下に説明するスブラッシュ板組立体が、このような機能を実現する。

【0103】図7に広く最も良く示されているように、スブラッシュ板組立体940は、カルーセル支持板906の下側に取り付けられている。スブラッシュ板組立体940により、研磨性を有し化学的に活性で、触れるも

の全てをスラリ又はアルカリ性残留物でコーティングする、ポリッシングスラリが、マルチヘッドカルーセル組立体90の上部分に近付いて望ましくない効果を生じさせること（例えば、電気接続の短絡や露出したスライディング面やローリングメタル面の汚染等）が防止される。スブラッシュ板組立体940は、一連の移動スロットカバーを有しており、これらは、スロットスブラッシュガードクロージャを、ウエハヘッドシステム100の放射方向往復運動の範囲の中で与えるように構成される。このクロージャは、スロット内の往復運動の長さよりも長い水平突出しを用いずスロットのスブラッシュシールドを与える、水平突出しによって完成される。

【0104】カルーセル支持板906の下側に取り付けられたスブラッシュ板組立体940は、中心シールド板942を有しており、この中心シールド板は、中心ポスト902への組立の前に、カルーセル支持板906の底部側にねじ止めすることができる。カルーセル支持板906は更に、4つの外側シールド板944を有しており、この外側シールド板も、ウエハヘッドシステム100をカルーセル支持板906にフィットさせようとするときは、カルーセル支持板906の底部に、中心シールド板942と並置する突起シールとなるよう、ねじ止めすることができる。中心シールド板942及び外側シールド板944の双方は、スロットの放射方向軸のそれぞれの中心線から外れる、方形で角が丸く細長いリセス946を有している。細長い角の丸いスブラッシュスロット948が、中心シールド板942及び外側シールド板944の双方で、これらの接合部に形成される。図10に最も良く示されるように、中心シールド板942及び外側シールド板944の双方が、スブラッシュスロット948に面しこれを囲む上伸張フランジ950を有するように形成されている。図14A~14Cの平面図に示されるように、スブラッシュスロット948の線軸は、カルーセル支持板906の対応するスロット910の軸のほぼ上にある。スブラッシュスロット948の丸い部分は、これを貫通する非回転駆動シャフト1015の外径よりも実質的に大きな内径を有しており、線形の部分は、ウエハヘッドシステム100のそれぞれの往復運動の長さの範囲におよそマッチする長さを有している。

【0105】図7に最も良く示されているように、D字型スブラッシュフォロワー952は、凸型にカーブしたエッジを1つと、第2の実質的に真っ直ぐ又はほとんど曲っておらず、互にスムーズに接合されるエッジとを有している。スブラッシュフォロワー952は、そのカーブを有するエッジの近くに配置された円形穴954を有している。以下に簡単に説明するが、駆動シャフトハウジング1015がこの穴954に回転可能な状態でフィットしており、ウエハヘッド110及びこれに付いている駆動シャフトハウジング1015がカルーセル支持板



906のスロット910に沿って往復運動をすれば、D字型スブラッシュフォロワー板952が回転することが可能となる。図10に最も良く示されているが、D字型板952はその外周全体に沿って下向きに面するフランジ956を有している。中心スブラッシュ板942及び外側スブラッシュ板944のフランジ950と、スブラッシュフォロワー952のフランジ956とは、およそ同じ長さを有しており、それぞれ、静止しているシールド部及び動いているシールド部のエッジに対し、上及び下に面している。組み立ての際、フランジ950及び956並びに対向する部品942、944及び952のそれぞれの底部は、約0.064" (2.15 mm) のギャップによって隔てられている。フランジ950及び956がこのような曲がりくねった迷路のような経路を形成することにより、スロット910の方へスブラッシュするスラリが、カルーセル支持板906のスラリ側からスロット910を通してキャリア組立体カバー908の内側に配置されるモーター及びベアリングまで通過することを防止する。

【0106】図10に最も良く示されるように、D字型スブラッシュ板952のそれぞれは、シャフトハウジング1015の外側に形成されたスブラッシュフランジ960に回転可能な状態で固定されている。周縁スカート962は、駆動シャフトハウジング1015の下端にフィットしておりまた上向き伸張部分964を有しており、この上向き伸張部分は、スブラッシュシールドベアリング968の内側レースを駆動シャフトハウジング1015のスブラッシュフランジ960に対して押圧するレッジ966を有している。ベアリング968の外側レースは、D字型スブラッシュフォロワー952の内向き伸張フランジ970によって底部から緊密に把持され、また、2つ以上の部材のカラー組立体972により、あるいは、スブラッシュフォロワー952のフランジ970にベアリングを把持させるねじ974により、上部から緊密に把持される。カラー972は、シャフトハウジング1015上のスブラッシュシールドフランジ960の上部とオーバーラップするが、接触はしない。

【0107】D字型スブラッシュフォロワー952は、ベアリング968に取り付けられているため、しっかりと固定されているがシャフトハウジング1015に対して自由に回転できるようになっている。D字型スブラッシュフォロワー952は、その上部に固定される垂直（旋回）ピン976を有している。この垂直ピン976は、自身の上端に取り付けられるローラーベアリング978を有しており、これは、カルーセル支持板906の底部に形成された水平ガイドグループ980の中にガイドされる。図8にその斜視図が、図14A~14Cに平面図が示されるように、旋回ピン976は、円形穴954とD型スブラッシュフォロワー952の平坦エッジの間のスブラッシュフォロワー952の中間線上に配置

される。ローラーベアリング978の外側は、カルーセル支持板906の底部の水平ガイドグループ980に乗っており、この水平ガイドグループはカルーセル支持板906の放射方向スロット910のところ又はほぼスロット910のところまで伸びるが、これから角度がずれている。好ましくは、ガイドグループ980は、放射方向スロットに垂直である。

【0108】シャフト1014及びシャフトハウジング1015がカルーセル支持板906の中を放射方向に往復運動して、ウエハヘッド110を運動させるため、スブラッシュフォロワー952の中心穴954がシャフトハウジング1015を追いかける。また、この運動は、スブラッシュフォロワー952上で旋回ピン976を動かし、このピンの運動の方向は、カルーセル支持板906のガイドグループ980を進むため、垂直方向に制限される。このため、スブラッシュフォロワー952は、シャフトハウジング1015と旋回ピン976との間で調心が維持されていれば、回転する。このように、シャフトハウジング1015の往復運動により、これに対応して、D字型スブラッシュフォロワー952の往復運動および部分的軌道運動を生じさせる。

【0109】D字型シールド板688の動きは、図14A、14B及び14Cの上面図により理解することができる。ウエハヘッド110がカルーセル支持板906のスロット910に沿って最内の位置から最外の位置へと動いたとき、即ち、駆動シャフトハウジング1015がスロット910に沿って動いたとき、ガイドグループ980により、旋回ピンがスロット910に対してもっと垂直となるように旋回ピンを制限し、そのため、スブラッシュフォロワー952が、スロットの方向を進むため、駆動シャフトハウジング1015の周りを部分的に軌道を描いて回る。

【0110】D字型スブラッシュフォロワー952は、2つの地点の間、即ち駆動シャフトハウジング1015の中心軸と垂直旋回ピン978の中心軸との間で制限されるため、軌道運動をする。駆動シャフトハウジング1015が往復運動をすれば、D字型スブラッシュフォロワーは駆動シャフトハウジング1015と共に運動する。また、旋回ピン976も、駆動シャフトハウジング1015の影響下で運動するが、これは、駆動シャフトハウジング1015がするように放射方向スロット910内を放射方向に運動する代りに、カルーセル支持板906のガイドグループ980に垂直に運動する。スブラッシュフォロワー952がボールベアリング968を介して駆動シャフトハウジング1015に接続され、また、スブラッシュフォロワー952はローラーベアリング978を介してカルーセル支持板906のガイドグループ980に接続されているため、メタル粒子を発生させて研磨しようとするウエハにこれを落とし損傷させるような部品間の滑り接触は、存在しない。全ての地点

で、スロット910は、軌道運動するスブラッシュフォロワー952によってカバーされ、スラリがスロットを介して直接スブラッシュすることは防止される。他方、スブラッシュフォロワー952の動作スパンは、駆動シャフトハウジング1014の周りを軌道運動しない場合よりも短い。

【0111】スブラッシュ板組立体940の運動及び特にD字型スブラッシュフォロワー952の運動は、カルーセル支持板906のスロット910の軸に沿って表す図15A、15B及び15Cの3つの長手方向断面図と、図16A、16B及び16Cの3つの軸断面図と、図17A、17B及び17Cの3つの斜視図とで示される。これら3組の図において、同じ添字(A、B、C)の図は、それぞれ、図14A、14B及び14Cの同じ添字の図に対応する。斜視図においては、スブラッシュフォロワー952の上部の旋回ピン976は、図示していないカルーセル支持板906のガイドグループ980に係合するように示されている。

【0112】図10A、10B及び10Cは、旋回ピン976を示しており、これは、ガイドグループ980の中を内側の地点から外側の地点へそして再び内側の地点へと運動し、この運動は駆動シャフトハウジング1015が図16Aの放射方向最内の地点から図16Bの中間の地点へ、そして図16Cの放射方向最外の地点へと運動するとき生じる。特に、図16A、16B及び16Cでは、スラリPフォロワー952が常に、中心スブラッシュ板942及び外側スブラッシュ板944に形成される閉スロット948をカバーしていることが示されており、この閉スロットは、ポリシング領域からカルーセル支持板906へ戻る基本的な経路である。図14A、14B及び14Cの平面図及び図17A、17B及び17Cの斜視図は、中心スブラッシュ板942及び外側スブラッシュ板944に沿う放射方向空間、即ちカルーセル支持板の放射方向スロット910に沿う放射方向空間を最小にする機構によって、閉スロット948がカバーされている様子を示している。このため、この機構のサイズは、ポリシングシステムの操作範囲の減少に伴って小さくなる。

【0113】側面の断面図2組では、中心スブラッシュ板942及び外側スブラッシュ板944から上向きに伸びるフランジ950と、スブラッシュフォロワー952から下向きに伸びるフランジ956は、常に、カルーセル支持板906へと戻るように貫通していこうとする湿気及び粒子に対して、迷路状の経路を形成する。

【0114】(ロータリーユニオン) 図9のロータリーユニオン1942は、市販されているユニットによって実現することが可能である。しかし、図13の断面図に例示される新規なロータリーユニオン2100が好ましい。ウエハヘッドモーター1012の上方のスピンドルシャフト1014は、4本の垂直チャンネルを収容して

いるが、ここでは、このうちの2本のチャンネル1040及び1056だけが例示されている。ロータリーモーター1012の上方にあるその上端には、4つの同じ垂直通路2116が接合され、この垂直通路は、スピンドル2114の下端のドエル2118によってスピンドルシャフト1014の通路に調心し、また、リセス2120内のリング(図示せず)によってシールされる。急速遮断クランプ2122が、スピンドル2114をスピンドルシャフト1014に接続させる。スピンドルシャフト1014及びスピンドル2114は双方とも、ウエハヘッド110と共に回転する。他方、アンチ回転シャフト2134が、ウエハヘッドモーター1012ノケージング等の組立体のいずれかの地点に固定されている。

【0115】ロータリー組立体2140は、4つの積み重ねられた分離可能な部分2142a、2142b、2142c及び2142dを有しており、これらの部分は主に、それぞれ、環状ロータリー部材2143a、2143b、2143c及び2143dを備えている。ロータリー部材2143a～2143dのそれぞれは、タップ穴2144を有しており、このタップ穴は、流体ラインやその他のラインのための取り外し可能なコネクタの雄ねじ端部をねじ止めできるようになっている。このデザインは、スピンドル2114を介する1つ以上の電気接続部を与える部分と容易に一体化することができ、この中では、放射方向ばね負荷コンタクトがスピンドル2114上で回転する外周整流器上でスライドする。タップ穴2144のそれぞれが、自転するスピンドル2114を包囲する環状マニホールド2148への放射方向通路2146によって接続される。部分2142a～2142d並びにスピンドル1014の回転シールは、フランジシャフト部分2150によって実現される。このようなフランジシャフトシール2150のそれぞれは、弾性を有する環状のU字型の部材2150であり、U字の底部は、環状マニホールド2148の中心から離れる方向を向いておりまたその側部は実質的に平坦であり、このU字型の底部の側部は、ロータリー部材2143のそれぞれの1つに対するシールをスピンドル2114の側部に与える。リップシール2150のそれぞれは、放射方向外向きに伸びるテール2149を有している。リップシール2150のそれぞれは、自身のU字型キャビティの内部に、自身のU字の放射方向最内部分に沿って接合する環状ばね部材を有しており、この環状ばね部材は、内壁を下に伸びU字の底部の方へ伸びそして外壁に沿って上に伸びるフィンガを有し、そのため、2つの離れた壁を強制してスピンドル2114の周りで相対的に回転するロータリー部材2143をシールするようにしている。このようなフランジシールの一例は、バリシール社(Variseal)から入手可能な、Model W30LS-211-W42が挙げられる。

【0116】2つのリップシール2150は、環状マニ

ホールド2148の側部の中にフィットする。しかし、このようなリップシール2150がもっとも良く機能するのは、その内側がU字の底部の外側に対して正圧を有する場合だけである。しかし、4本のラインのうち少なくとも真ん中の2つのラインが負圧、即ち大気圧よりも低い圧力であり、これが少なくともある時間これらラインを通じて作用することが望ましい。従って、真空ラインの取り外し可能なコネクタの雄接続部は、ロータリー部材の1つ2142bのタップ付き真空穴2151の中にねじ止めされる。真空穴2151の底部は、ロータリー部材2142b及び2142cの中心の1つに孔が開けられた垂直真空通路2152に接続する。垂直真空通路2152は、4つのロータリー部材2142の間に形成された3つの交差するマニホールド2148に接続する。ステンレス鋼ワッシャー2156が、ロータリー部材2142のリセスの中にフィットし、交差するマニホールド2154のそれぞれの内側部分を、回転スピンドル2130に完全に接触しないがその近くとなるところまで充填し、リップシール2150の背面を支持する。ワッシャー2156は、リップシール2150のテール2149をロータリー部材2142に対して捕捉する。別々の部品が、最上及び最下で同様の捕捉を示す。隣接するリップシール2150のそれぞれに真空を分配するため、ワッシャー2156のそれぞれは、それぞれの主面上に形成される4つの放射方向グループを有している。その結果、タップ穴2144を介してマニホールド2148それぞれに作用する圧力には関係なく、常に正圧がリップシール2150の内側及びその外側から維持される。上部2042dと下部2042aは負圧に対して設計されていないことを述べておく必要がある。従って、最上及び最下のリップシール2150は、背面シールを具備していない。

【0117】図13に示されるように、静止しているロータリー部材2143a~2143dのそれぞれは、この部分に対して適正な高さでスピンドル2114に放射方向に開けられた側方通路2160を介して、回転スピンドル2114の垂直通路2116のそれぞれの1つに接続される。側方通路2160のそれぞれは、対応する環状マニホールド2148にとぎれることなく接続されている。

【0118】上フランジ2180が、最上のロータリー部材2143dの上方に配置され、4つのボルト2182が、上側の3つのロータリー部材2143b、2143c及び2143dのそれぞれの貫通穴2162と調心されるそれぞれの貫通穴2184を貫通して、底部のロータリー部材2143aのテーバー付き穴2164にねじ止めされる。隣接する部分間にOリングが配置され、流体のシールを確保する。

【0119】下側ロータリー部材2143aは、ロータリーユニオン2100を空間固定されたアンチ回転板2

134に固定するそれぞれのボルトのためのテーバー付き穴2168を、少なくとも1つ有している。更に、カラー2172が下側リングベアリング2170をアンチ回転板2134のレッジ2176に対して押圧するための内側下側リセスを有している。下側リングベアリング2170の内側レースは、スピンドル2114のレッジ2178によってその下側側部に保持されるが、上端で浮いている。

【0120】ロータリー組立体2140は、下側リングベアリング2170が底部にあり且つ上側リングベアリング2186がスピンドル2114の上レッジ及び上フランジ2180の上に配置されるように、スピンドル2114の上方に配置される。上側リングベアリング2186の外側レースは、上フランジ2180にねじ2188で固定されているベアリングフランジ2187に保持される。上側リングベアリング2186の内側レースは、ねじ2194でスピンドル2114の上部に固定される上フランジ2192により下向きに押圧されるウェーブばね2190によって押圧されるOリング2189によって、スピンドル2114のレッジの方にバイアスがかけられる。

【0121】ロータリーカップリングは、駆動シャフトの上の全高さが10.4cm(約4.08インチ)、即ち1部分当たり2.6cmのときに、特に有利である。また、このシンプルなデザインにより、横の寸法及び全重量を最小にする。これら全ての因子が、ポリシング装置及び特定のウエハヘッドシステムをコンパクトにする事に寄与する。

【0122】無論、ここでのロータリーユニオンの発明は、4つの部分であることに限定されるものではない。単一のロータリーフィードスルーに適用可能であるが、2つ以上のロータリーフィードスルーが最も有利である。

【0123】(ウエハヘッド組立体)ウエハヘッドシステム100の基本的な部分をここまで説明してきた。このセクションでは、これを他の部品につないで必要に応じ適正なシール及びベアリング面を与えるために要する2~3の最終部品について説明をしていく。

【0124】ウエハヘッドシステム100は、その完全な断面が図9に、部分的拡大断面図が図10に示される。駆動シャフトハウジング1015は、下側リングベアリング1080と上側リングベアリング1082の1対により、シャフト1041を保持する。下側リングベアリング1080の外側レースは、ノッチ付きリテーナーム1086によって駆動シャフトハウジング1015の底端で内側座ぐり孔1084の中に保持され、このノッチ付きリテーナーム1086は、ねじ1組1088により駆動シャフトハウジング1015に対して締め付けられている。また、リテーナーム1086は、スブラッシュベアリング968に対して周縁スカート962の

上昇部分964を支持して把持し、スブラッシュベアリング968の内側レースが駆動シャフトハウジング1015に固定されるようにしている。カラーがベアリングから外れていることが、少量の弾性コンプライアンスを与えて、製造による寸法差を許容している。

【0125】下側リングベアリング1080の内側レースは、スピンドルシャフト1014の底部近くのショルダー1090の上に置かれている。シャフトブッシング1092が、スピンドルシャフト1014と駆動シャフトハウジング1015との間にゆるくフィットしてカラーとして作用し、これが、下側リングベアリング1080及び上側リングベアリング1082の内側レースを把持しまた引き離し、他方で外側レースが駆動シャフトハウジング1015によって保持される。1対の保持ナット1094がスピンドルシャフト1014の上部分にねじ止めされ、リングベアリング1080及び1082の内側レースを保持しスピンドルシャフト1014にロックする。また、上側ベアリング1082の外側レースは、シャフトハウジング1015の上部にロックされるが、これは、ナット1094を締めることによりベアリング1080及び1082をシャフトハウジング1015に把持することとなるからである。スピンドルシャフト1014は、ウエハ回転モーター1012の中空シャフトの中を上向きに通過する。モーター1012の上のスピンドルシャフト1014の上端は、モーター1012のローターに取り付けられたクランプカラー1095により保持される。モーターブラケット1096が、モーター1012の下で駆動シャフトハウジング1014の上端に接続して、モーター1012をシャフトハウジング1015に支持し、ブラケット1096から懸下するリップ1098が、ブラケット1096を駆動シャフトハウジング1015に配置させる。

【0126】ウエハヘッドシステム100は、外側スブラッシュ板944及び緩められた中心スブラッシュ板942を除いて、組み立てられ、他方、カルーセル90から取り除かれることができ、そして、ほぼ完全な組立体がカルーセル支持板906のスロット910の中に挿入される。駆動シャフトハウジング1015の上フランジ1100が、スライド908のアームの内側に形成されたレッジ1102の上にフィットし、ボルト1組1104が上フランジ1100をスライド908に止め、即ち、駆動シャフトハウジング1015をスライド908に止める。この簡単なウエハヘッドシステム100とカルーセル90との合せの構成により、ウエハヘッドを交換する必要が生じたときに中断時間を著しく低減する。

【0127】(テーブルトップのレイアウト) 図18は、機械ベース22のテーブルトップ23の平面図(中心ポスト802を例外とする)を示している。前述の如く、3つのポリシングステーション50a、50b及び50cと移送ステーション70とが、機械ベース22の

上部で正方形の関係で配置される。ポリシングステーションのそれぞれは、ポリシングパッド54がその上に積み重ねられる回転ブラーテン52をそれぞれ有しており、別々のポリシングステーションに対するポリシングパッド54は別々の特性を有している。細長い第1の中間洗浄ステーション80aが、第1の、2つのポリシングステーション50a及び50bとの間に配置され、第2の、中間の洗浄ステーション80bが第2のポリシングステーション50b及び50cとの間に配置される。第3の洗浄ステーション80cは、第3の、ポリシングステーション50と移送ステーション70との間に配置される。随意、80aが移送ステーション70と第1のポリシングステーション50aとの間に配置されていてもよい。これらにより、ウエハがポリシングステーションから次へと通過する際に、スラリをウエハから洗浄する働きをする。

【0128】ポリシングステーションそれぞれに対応して、コンディショナー装置60a、60b及び60cがそれぞれ存在し、これらのそれぞれは旋回可能なアーム62を有しており、このアームは、遠端でコンディショナーヘッド64を保持し、更に、使用しないときにコンディショナーヘッド64を保管するコンディショナー保管カップ68を有している。詳細な具体例ではディスク状の回転コンディショナーヘッドの説明をしているが、コンディショナーヘッドはホイール又はロッドであってもよい。図18は、第1のポリシングステーション50a及び第2のポリシングステーション50bの保管カップ68が、コンディショナーアーム62の掃引経路の外にある不活動位置にあり、コンディショナーヘッド64が、パッド54の上方にあって、回転アーム62がパッド表面を掃引して再調整するところを示すものである。他方、この図では、第3のポリシングステーションの保管カップ68が、不活動位置68' (点線で指示) からコンディショナーアーム62の内側の保管位置68"へと振られ、コンディショニングアーム62が使用されないときにコンディショナーヘッド64をその中に保管することが可能であることを示している。

【0129】これらの様々な部品の構造の詳細及び動作は、セクションを改めて説明することにする。

【0130】(ブラーテン組立体) ブラーテン組立体500は、図19に断面図で示されているが、ポリシングステーション50a、50b及び50cそれぞれで同じである。ブラーテン52は、ブラーテントップ510と、ねじ513によってこれに止められるブラーテンベース512とを有しており、このねじ513ブラーテンベース512の底部の中に皿穴がある。8インチ(200mm)ウエハのポリシングのためには、ブラーテン52は、直径20インチ(51cm)を有していてもよい。ブラーテン52の底部は環状のドレインチャンネル515の中で回転し、このドレインチャンネル515は

下向きに突き出るウェッジ断面のリム514を有しており、このリム514は、テーブルトップ23の中に形成され、スラリがベアリングの方に貫通するための狭く曲がりくねった通路523をこれらの間に形成する。

【0131】ブラーテンベース512の底部のカラー516は、ブラーテンリングベアリング518の内側レースを捕捉し、これを、ブラーテンベース512の下側に形成された平坦な円筒コーニス519に押圧する。カラー516の底部に皿穴がある1組のねじ520が、ブラーテンベース52の底部をねじ止めし、カラーを把持して内側レースを保持する。テーブルトップ23で支持され、ブラーテンベース512の外側底部の環状キャビティの中まで上向きに突き出る、別のカラー522により、ブラーテンリングベアリング516を、機械ベース22のテーブルトップ23に形成されたレッジ222に対して捕捉する。テーブルトップ23の底部に皿穴がある1組のねじ524が、第2のカラー522にねじ止めされ、カラー522を保持して外側レースを保持する。

【0132】円形のフェンス526が、回転ブラーテン52を包囲して、ブラーテン52から遠心力により飛び散るスラリ及びこれに関連する液体を捕捉する。このスラリは、テーブルトップ23に形成されたトラフ528に落ちて、更に、ドレインチャンネル515の中に入り、テーブルトップ23を貫通する穴530を通して、ねじ534でこれに接続するドレイン管532へと排水される。ドレイン管532は、ドレイン管532のフランジ536の中を通り、テーブルトップ23の底部にねじ止めされる。ブラーテン52とテーブルトップ23との間の通路がせまく曲がりくねっている事と、ブラーテン組立体500の回転によって遠心力が生じている事とにより、スラリがベアリング518から遠ざけられることが、維持される。

【0133】ブラーテンモーター組立体540が、装着ブラケット542の中を貫通してテーブルトップ23の底部にボルト止めされる。モーター組立体540は、モーター543を有しており、その出力シャフト545は上向きに突き出ておりソリッドな（中空でない）モーターシープ544に滑らかにフィットする。駆動ベルト546がモーターシープ544及びハブシープ548に巻かれ、ハブシープ548は、リザーバーハブ550及びブラーテンハブ552を貫通して、ブラーテン512に接合する。ブラーテンモーターの一例としては、横河電機社製のギアボックス付き SQMS-50A6AB 型 が挙げられ、これはブラーテン52を0~200RPMの回転速度で回転させることが可能である。

【0134】（スラリの配送）スラリの供給には、少なくとも2つのタイプのものを用いてもよく、即ち、トップディスベンシングチューブと、ボトムセンターフィードである。先ず、ボトムセンターフィードを説明している。

【0135】ブラーテンの上部に、スラリをブラーテン52の中心に供給するための、斜めの通路554が形成されている。斜め通路554は、ブラーテンベース512の垂直通路558に接続するリセス556のリングに調心され且つこれによりシールされる。ブラーテン52がスラリをポリシングパッド54（図示せず）の表面にほぼ等しく散布するようになるように、ブラーテン52の中心からパッド54へのスラリ供給の特性が決められる。

【0136】このようなブラーテンを介したスラリの供給は既知のものであるが、過去には、ブラーテンハブ又は駆動シャフトのロータリーカップリングを用いていた。しかし、ロータリーカップリングに研磨スラリを用いることで、急速に摩滅させ、あるいは、頻繁に保守が必要となってしまう。

【0137】（ロータリースラリリザーバー）図20の拡大断面図に更なる詳細が示されるリザーバーシステム5100を用いることにより、これらの問題が防止される。リザーバーハブ550の外周縁は、上向きに伸びるダム壁5110と内側リップ5112により形成されている。リザーバーハブ550の中心部分をシールするダム壁5110及びブラーテンハブ552は、スラリ5116のための回転するリザーバー5114を形成する。右側に例示されている静的スラリ供給組立体5120が、テーブルトップ23の底部に取り付けられているブラケット5122を有している。このブラケットはテーバー穴5124を有しており、このテーバー穴に、静的スラリ供給ラインの継手の雄端がねじ式にはめ込まれている。ブラケット5122に開けられシールがなされている水平通路5126が垂直通路5128に接続し、この垂直通路5128は、下向きにブラケット5122の底部まで伸びリザーバー5114の上まで伸びて、そこにスラリを供給する。流体レベルセンサ5130は、ブラケット5122から下向きに伸びてリザーバー5114の中のスラリ5116のレベルを検出し、レベルが低すぎるときは、外部から制御される供給源からテーバー穴5124を介して更にスラリを追加する。

【0138】ダイアフラムポンプ5140は、その更なる詳細が図21の拡大断面図に示されており、リザーバー5114からスラリ5116をポンプにより、ブラーテン52の上部の中心穴554（図19）に供給する。ダイアフラムポンプ5140は、基本的には、リザーバーハブ550に形成された、下側ダイアフラムキャビティ5144と、その上にある上ポンプ部材5148に形成された、対向する上側ダイアフラムキャビティ5146とから成っている。フレキシブルなダイアフラム5150は、2つのダイアフラムキャビティ5146と5148との間でシールされ、上ポンプ部材5148は、止めねじ（図示せず）によりリザーバーハブ550に固定されてダイアフラム5150を固定する。

【0139】ダイアフラムポンプ5140は、ブラーテン52と共に回転し、機械ベース22の中に又はこれと隣接して設置される静的空気圧源から圧力を変えて流体を選択的に供給することによって、空気圧のエネルギーが与えられる。下ダイアフラムキャビティ5144に正圧を与えることにより、ダイアフラム5150は、上向きに変形し、負圧を与えれば下向きに変形する。この変形は、以下に説明する1組の流入出チェックバルブと共に、スラリ流体を上ダイアフラムキャビティ5146にポンプにより供給する。空気圧流体は、下ダイアフラムキャビティ5144をOリングシールチャンバ5154と対向するリザーバーハブに接続する通路5152を通じて、下ダイアフラムキャビティ5144に供給される。ソリッドなモーターシープ544の中の第2の通路5155は、Oリングチャンバ5154をモーターシープ544の底部のテーバー穴5156に接続し、モーターシープ544にフレキシブルな流体ラインが接続される。図19に例示されるように、流体ライン5157は、カップリング5158を介して、回転するモーターシャフト5162の軸方向通路5160に接続する。ロータリーカップリング5164により、空気圧ライン（図示せず）を介して回転軸通路5160が静的空気圧源に接続する。

【0140】図21に示されるようにダイアフラム5150の上にある上ポンプ部材5148が、ダイアフラム5150をリザーバーハブ550にシールして、上ダイアフラムキャビティ5146と下ダイアフラムキャビティ5144との間の流体の漏洩を防止する。2つの流量チェックバルブ組立体（ここでは前のほうの1つしか示されていない）が、ポンプ部材5148に形成され、ポンプ輸送の方向とは反対の方向に流体が逆流することを防止する。流量チェックバルブ組立体のそれぞれは円筒チャンバを有しており、この円筒チャンバは、大きな円筒の上部5170と、テーバー状の中間部分5172と、小さな円筒の下部5174とを有している。この円筒チャンバ内には、バルブボール5176が配置される。ボール5176の直径は、円筒上部5170よりも小さいが円筒下部よりも大きくなっており、テーバー状中間部を効果的にシールすることができるようになっている。流量チェックバルブ組立体のそれぞれは、それぞれの円筒上部5170の流体圧力がそれぞれの円筒下部5174よりも大きくなったときにシールが与えられ、また、このシールは、バルブボール5176が下方向にテーバーがつく中間部5172に自然に着座するため、重力によって与えられる。円筒チャンバの頂部は、上ポンプ部材5148に固定されたポンプカバー5180によって適所に把持される、略方形のシール部材5178によってシールされる。

【0141】図示しない方の後方の流量チェックバルブ組立体は、スラリをダイアフラムポンプ5140の上ダ

イアフラムキャビティ5148に供給するために用いられるものであり、スラリリザーバー5114と上ダイアフラムキャビティ5148との間の流通路の中に配置される。円筒上部5170の頂部は、通路（図示しない）によって上ダイアフラムキャビティ5146に接続される円筒下部5174は、リザーバー5114の排水部分（図示せず）に開いており、スラリが常に、正円下部5176の中に存在しており、スラリは、ダイアフラム5150が空気圧により下向きに変形したときは上ダイアフラムキャビティ5146の中に流入して、上ダイアフラムキャビティ5146に負圧を与えることが可能である。しかし、ダイアフラム5150が空気圧により上向きに変形して、上ダイアフラムキャビティ5146に正圧を与えたときは、バルブボールがテーバー部分5172に対して着座して、スラリの逆流に対して共通チェック流量バルブ組立体を閉める。

【0142】図示しない前方の流量チェックバルブ組立体を用いて、ダイアフラムポンプ5140の上ダイアフラムキャビティ5146からスラリをブラーテン52の上部の中心開口554へと供給する。供給流量バルブチェック組立体の下円筒部分5174は、上ダイアフラムキャビティ5146と直接連通している。上ポンプ部材5148の通路5184は、供給流量チェック組立体の上円筒部5170を、リザーバーハブ550及びブラーテンハブ552のフック状通路5186に接続し、これは、ブラーテン52上部の中心開口554に適切に接続する（明確にするという利益のため、通路のいくつかを、本発明者らのプロトタイプの実際の具体例とは異なるように例示しているが、この違いは本発明に大きな影響を与えるものではないことに注意すべきである。）。液体にせよエアにせよ正圧により、ダイアフラム5150が上向きに変形したときは、上ダイアフラムキャビティ5146の中のスラリは通路5184及び5186を介して、ブラーテン52の上部にポンプ輸送される。正空気圧が解放されたときは、供給流量チェックバルブ組立体のバルブボール5176の着座により、スラリの逆流、特に、リザーバー5114の中のスラリ5116のレベルの上にポンプ輸送されたスラリの背圧によって生じたヘッド（水頭）により生じる逆流を防止する。

【0143】このスラリ供給の構成により、スラリがロータリーカップリングを通して移動する問題を排除して、高い信頼性を与えると共に、スラリがスラリラインの中に長時間停滞していたならばつまりを生じてしまうような、スラリラインの長さを短くすることができる。

【0144】（オーバーヘッドスラリディスペンサー）図22に断面図が示され図23に平面図が示されるオーバーヘッドスラリディスペンサー5200を更に有することは有利である。これは、包囲フェンス25の中のテーブルトップ23上に配置されたディスペンサーベース5204の上で回転可能な状態で支持されるディスペン

シングチューブ5202を有している。ディスペンシングチューブ5202は、ブラーテン52の上で回転可能であり、ディスペンシング端部5206をウエハヘッド110に隣接する1つ以上の地点に配置させることができるように、ポリシングパッド54に取り付けられる。前述の如く、ウエハヘッド110はカルーセル90上に支持され、ポリシング中は、パッド54の直径の端から端までを直線的にスライドする。図22及び23は模式的な図であり、カルーセル90がパッド54の上で懸下している完全な様子を示すものではない。ウエハヘッド110がオーバーセンターポリシングを行う場合は、端部5206はポリシングパッド54の中心近くに置かれることはできない。ウエハヘッド110の最も外側の地点の横に置くか、あるいは、その動きをウエハヘッド110の動きと同調させるかにより、衝突を防止する。また、ディスペンシングチューブ5202は回って、ブラーテンと離れた地点5208へ至ることが可能であり、この地点では、ディスペンシング端部5206はポリシングパッド54から離れ且つテーブルトップ23の真上の位置に配置される。フラッシュ洗浄してフラッシュ洗浄済みの液体及び粒子がテーブルトップ23に収集されポリシングパッド54を汚染させずにそこから排水されることが望ましい場合は、このディスペンシングチューブ5202は、ブラーテンと離れた地点5208まで移動する。

【0145】オーバーヘッドスラリディスペンサー5200は、2つのスラリ又はスラリと別の液体を、交互に又は同時に配給するため、2つのディスペンシングポートを有していることが好ましい。図24の拡大正面図に示されるように、ディスペンシングチューブ5202は2つの供給管5210及び5212を有しており、これらは相互に接合し、それぞれ、下向きに突き出る管配給端5214及び5216を有している。一方の管配給端5214は、他方よりも長く且つ横方向に離れているべきであり、こうすることにより、作動中の管配給端からスラリが作動していない管配給端へ飛び散ってスラリが乾燥したとき作動していない方の管配給端上で固まってしまうことが最小限に抑えられる。同様に、スラリがパッド54からディスペンシングチューブ5202へ飛び散る量を低減するため、パッド54の上を水平に伸びるディスペンシングチューブ5202の中間部分は、パッド54の上に十分な高さを有しているべきである。供給管5210及び5212並びにその他の露出しているスラリディスペンサー5200の部品は、テフロン等の、腐食性のスラリに対して耐性を有し且つ親水性の小さな材料で形成されるべきである。

【0146】ディスペンシングチューブ5202の回転が制限されることにより、供給管5210及び5212又は、テーブルトップ23の底部で終了する対応する流体チャンネルの、それぞれに接合する2本のフレキシ

ブルな供給導管5218及び5220を用いて、回転する流体カップリングが実現される。

【0147】(スラリ供給) 上述のスラリディスペンサー5200は、図19、20及び21に示されるスラリリザーバーシステム5100及び対応するブラーテン供給通路554と同様に、3つのポリシングシステム50a、50b及び50cに別々のスラリを供給することを可能にする。また、ブラーテン52の下にある図19のドレイン532は、そのポリシングステーションの過剰なスラリの殆どを回収し、また、別のポリシングステーションの対応するドレインから孤立させることが可能である。従って、これらのドレインを実質的に孤立させつつ、別々のスラリを別々のポリシングステーションで用いることが可能である。このように孤立させることで、廃棄の問題を緩和し、複雑なプロセスであってもスラリのリサイクルを可能にする。

【0148】本発明のポリシングシステム10は、様々なポリシングのプロセスにもちいるためのものであり、これらのプロセスは、ユーザーによって選択することが可能であり、機械の構成の最低限を変更することも可能である。従って、スラリ供給システムは、一般的且つフレキシブルたるべきであり、乾燥スラリにより詰りやすいラインに対してクリーニングの機能を提供するものである。このようなスラリ供給モジュール5230の一例は、図25に模式的に例示されている。この図では、3つのポリシングシステム50a、50b及び50cの全てに対する供給ユニット5232と、これらのそれぞれに対する3つの流量制御ユニット5234とを例示する。ここで、ブラーテン52に隣接する配管接続部は図示されておらず、図20に例示されるスラリリザーバーシステム5100のためのスラリ供給組立体5120と、図22に例示されるオーバーヘッドスラリディスペンサー5200の2本のフレキシブルな導管5218及び5220との間には、容易に配管をつなぐことができる。

【0149】供給ユニット5232は、多数の空気圧オンオフバルブと接続配管とを有するバルブヘッドユニット5236を有している。またこれは、3つの供給源5238a、5238b及び5238cを有しており、これらのそれぞれは、供給タンク5240と、供給管5242と、対応するポンプ5244と、戻り管5246とを有し、スラリや液体の再循環源となる。対応するレベルモニタ及び新しく供給する管が図示されていないが、これらは従来技術で知られているものである。2つの供給源5238a及び5238bが2つの異なるスラリに用いられ、他方、第3の供給源5238cがスラリでない液体化学品、例えば水酸化アンモニウム等に用いられることが、典型的には予想される。無論、用いる供給源5238の数は、ポリシング工程の要請及び経済の必要性により、これよりも多くてもよいし少なくともよい。

【0150】バルクヘッドユニット5236は、供給ライン5242のそれぞれのためのオンオフバルブ5248と、戻りライン5246のそれぞれのための流量チェックバルブ5250とを有している。ここに図示されるバルクヘッドユニット5236は、3つのポリッシングステーション全てに対して供給バルブ5248をただ1つだけ用いて同じ液体を3つのポリッシングステーション全てに流入させているが、バルブを更に追加して、独立且つ別々の供給操作を可能にしてもよい。また、バルクヘッドユニット5236は、オンオフバルブ5252及び5254を介して窒素と脱イオン水(DIW)を受容し、これらのオンオフバルブの双方はバージライン5256へと接続し、バージライン5256は、オンオフバルブ5258のそれぞれを介して供給源5238a、5238b及び5238cの何れにも通じている。必要に応じて、窒素又はDIWを用いて種々のラインをバージしてきれいにする。バージのための接続部は図示されていない。詰ったラインをクリーニングするため、バージ接続部が手作業により形成されるが、これは、供給源5238a、5238b及び5238cがアクセス可能な領域に配置されているからである。

【0151】図25は、ポリッシングステーション50a、50b及び50cの流量制御ユニット5230に接続する2つの供給ユニット5238a及び5238cを例示するが、残りの供給ユニット5238bも別のポリッシングステーションの1つに接続されている。流量制御ユニットのそれぞれは、2つの計量ユニット5260a及び5260bを有しており、これらのそれぞれは、供給ユニット5238a及び5238cからの別々の再循環経路に接続する方向変換バルブ5262a及び5262bを有している。方向変換バルブが、第3のポートを再循環経路の中にある第1の2つのポートに接続する。方向変換バルブ5262a及び5262bのバルブ出力は、液体流量を与えるバルク流量コントローラ5264を介して対応するブラーテン52のスラリポートへ送られるが、これはバルク流量コントローラ(BFC)に入力するアナログ制御信号SETに比例して、50~500ml/minの範囲の流量が典型的には必要であることが予想されるが、この範囲は、実施するポリッシングのプロセスに応じて、13ml/minまでシフトして下がってもよく、また、2000ml/minまで上がってもよい。好ましくは、供給される流量が測定され、モニタラインMONで戻される。質量流量コントローラと等価な流体をバルク流量コントローラ5264に用いることができるが、腐食性のポンプ流体に対して高いレベルの信頼性が要求されるため、モニタ機能を直接与えないような、ぜん動ポンプ等の計量ポンプを先ず必要とする。

【0152】脱イオン水を運ぶラインは、双方の計量ユニット5260a及び5260bの中に導かれ、それぞ

れの方向変換バルブ5266は、DIWをそれぞれのバルク流量コントローラ5264の中へと向ける。DIWは、ラインをフラッシュ洗浄してポリッシングパッドをクリーニングするため用いられるが、ポリッシングのプロセス、例えばバフ専用のポリッシングステーションに用いてもよい。あるいは、専用のDIWライン5268及びこれに対応するオンオフバルブ5270をブラーテン52のスラリポートの2つに接続してもよい。

【0153】(パッドの引き剥がし)ブラーテン52の表面のポリッシングパッド54は、時間の経過と共に摩滅するため、定期的に交換する必要がある。摩耗したポリッシングパッドを交換する際の困難さの1つに、パッドをブラーテンに取り付けるために圧力感知性の高い接着剤を用いているため、使用の時間に応じてこれら2枚が強く結合したままとなっていることが挙げられる。過去には、ポリッシングパッドを取り外すためには、パッドとブラーテンの間の接着シールに打ち克つような大きな力でポリッシングパッドをブラーテン上面から引き外すことが必要であった。このような大きな力は、オペレータの参加と時間が著しくかかる。

【0154】パッド54をブラーテン52から自動的に引き剥がす本発明の具体例は、図19の断面図に例示される。これには、高圧のエア又は流体をブラーテントップ510の上部の中心近くの中心から外れたところに開いているブローポート560の中に注入するオプションも含まれている。ここで、ブローポートが中心から外れているのは、中心にスラリポート554があるからである。圧力によって、パッド54とブラーテン52の間にバブルが発生し、これは徐々に膨張してパッドを緩やかに引き剥がす。

【0155】ブローポートは、ブラーテン510、ブラーテンベース512、ブラーテンハブ552及びリザーバーハブ550に形成された4本の垂直通路561、562、564及び565に接続し、またその後、ソリッドなモーターシブ544の中の斜め通路566に接続する。これらの通路は、リセス568、570、571及び572に配置されたリングによって相互に接合される。斜め通路566はテーバー穴574に接続し、この穴の中に高圧エアライン578の急速解放継手576の固定端がねじこみにより固定される。ポリッシング操作中に、急速解放継手の固定端がブラーテン組立体500に固定され、ブラーテン52上を回転する。ブラーテン52が停止すれば、高圧ホースに接続する急速解放継手の着脱可能な端部は、急速解放継手の固定端に自由に接続可能となり、通路をブローポート560へと接続する。

【0156】使用に際しては、ポリッシングパッド54の表面が劣化して交換が必要となったことを決定して、ブラーテン52を停止させ、オペレータ又は自動機構により急速解放継手の2つの部品を接続させて、高圧エア供



給ホース578をブローポート560に接続する。ブラーテンに静的にエアがポリシングパッド54の下でブラーテン52上部のブローポート560の領域に注入しつつ、エア圧をかけて、バブルをそこに発生しやすくし、ブラーテン52からポリシングパッド54を引き剥がす効果を徐々に増加させてこれを有するようになる。このバブルの効果は、取り除けなかったとしても、ポリシングパッド54をブラーテン52から引き剥がすに要する力を減少させる。ブラーテン52の中心に配置されるスラリのための開口554は一般に小さいので、これを通して解放されるエア無視でき、あるいは、ユーザーが自分の指を開口に当てれば一時的に栓をすることができ、また、これとは別の一時的な何かのシールを与えることができる。無論、パッドが取り出された後でブラーテンを再び回転させる前に、急速解放継手は切り離される。従って、ポリシングパッドの取り出し及び交換は、従来から既知の構成で行われていたときよりも更に容易に行われる。高圧エアライン578をブローポート560に接続させるロータリーカップリングを介して引き剥がしのプロセスを完全に自動化することが可能であるが、交換があまり頻繁に必要とはならないことで、複雑さを加える要望が小さくなる。あるいは、気体ではなく高圧液体を引き剥がしの操作に用いてもよい。

【0157】(中間洗浄ステーション) 本発明の好ましい操作では、ウエハは図1.9の上面が示されるポリシングステーション50a、50b及び50cのうち2つ又は3つ全部において、順に研磨される。ポリシングの方法に1つに、マルチステップのポリシングがあり、これは例えば、ラフなポリシングに続いて、順に細密になっていく2つのポリシング工程を行うような方法である。だんだんと細密なポリシングとなることを実現する方法の1つは、異なるポリシングステーション50では、特性や粒子径の異なる別のスラリを用いることである。この状況では、異なるブラーテン間のクロスコンタミネーションを防止することが重要であり、即ち、一のポリシングステーションにおいて、ウエハが次のポリシングステーションに移動する前に、スラリの粒子及び液体共に、ウエハから完全に除去しておくことを確保するということである。ウエハがポリシングステーション間を移送される際、前のポリシングのステップで用いたスラリの多くが、パッドから持ち上げられたときにウエハにまじり付着し、図1.9に示されるように、これがウエハからパッド54及び対応するブラーテン52へとしたり落ち、そこから、ブラーテン52を包囲するフェンス526によって画成された排水ベイゾーンの中へと、落ちていく。しかし、特別な注意を払わない限り、多少のスラリはウエハに付着したままであり、この付着スラリは、次のポリシングステーション、特に次のポリシングパッド54を汚染することがあり、その程度は時間と共に増加する。

【0158】従って、非常に敏感なプロセスでは、図1.8に概略が示されているような中間洗浄80a及び80bを有していることが好ましく、この中間洗浄は、隣り合うポリシングステーション50aと50b及び50bと50cのブラーテン52の間に配置される。このような中間ポリシングステーションで、隣り合うポリシングステーション間を通過するウエハを洗浄し、次のポリシングステーションを汚染しないように、クリーニング済みのスラリを配置させる。また更に、隣接のポリシングステーション50cと移送ステーション70との間に、別の中間洗浄ステーション80cを更に有していてもよい。後の説明で明らかになるが、中間洗浄ステーション80は、スラリ及びルーズ材料の除去の他に、ウエハの軽いバフ処理に用いることも可能である。更に、予備的な中間洗浄ステーション80aaを移送ステーション70と第1のポリシングステーション50aとの間に有していてもよい。このように中間洗浄ステーションの処理を繰り返しても、ウエハスルーブットには殆ど影響を与えず、何故なら、これら全ては、それぞれでのウエハの洗浄又はバフ処理を、同時に行っているからである。

【0159】中間洗浄ステーション80は、引込めて収容が可能であり、また、水平方向に可動である。しかし、本発明に従った構成では、これらは、ポリシングパッド54の研磨面のレベルの僅か上方の上面で静止しており、ウエハヘッド100がブラーテン52からウエハを上昇させたときに、洗浄ステーション80の上を移動させた後に洗浄ステーション80の上まで下げるため、ウエハ40は、隣接するブラーテン52のその上の地点で洗浄ステーション80に接触するようになる。ギャップが不可欠であり、何故なら、洗浄ステーション80上のウエハも2つの隣接し合うブラーテン52の上になるだろうからである。中間洗浄ステーションは、概説的には、ウエハヘッド110の表面の下にシール開口を与える。これは通常は、洗浄室を有しており、洗浄室は、ウエハヘッドをチャンパのリップに配置させることにより、シールすることが可能である。

【0160】3つの断面図を垂直に配置した図2.6A及び2.6F並びに平面図である図2.6Gに示される、本発明の中間洗浄ステーション800の具体例に従った構成では、洗浄室810は細長い上開口812を有しており、これは、隣接し合うブラーテン52同士の間配置される比較的狭い細長いスロットの形状を有している。図2.6Gに示されるように、開口812の2つの側部814が、開口812の中心がウエハ40の中心と調心されたときウエハ40の端から端までほぼ到達するような十分な長さを有しており、この他の2つの側部816は、ウエハの外周に対応する弓型の形状を有している。

【0161】中間洗浄ステーション80は、細長開口812に沿って伸張し垂直方向に向くノズル開口822多数を有するスプレー管820によって形成されている。

スプレー管820の端部はプラグ824によってシールされ、スプレー管820は、洗浄室810の開口をほぼ画成する上端を有する支持部材826に固定される。テーパ付き弾性シール828が支持部材826の内側に配置され、洗浄室810の横側を画成する。シール828は、洗浄室810の開口812の形状と共形となり支持部材828の頂部の僅かに上に突き出る上端を有している。また下端は、ノズル開口822及びドレイン開口、（後述する）を露出したままとなるように、スプレー管820に支持されている。スプレーを遮断するバリアとして機能しつつも水及び同伴するスラリを通過させるように、弾性シール828は、発泡性材料又は繊維状の材料で形成されている。このため、スラリはシール828の中に埋め込まれていき、ここに取り込まれたスラリがウエハ40を傷つけることはない。模範的なシール材料には、ポリシングパッドに用いる材料が含まれる。

【0162】図26Fに最も良く示されるように、供給管830が、スプレー管820の下側及び長手方向端部の供給開口832のところで、スプレー管820の底部にシールして接続される。ドレイン管834が、供給管820にシールで接続し、ドレイン開口836のところでその底側から上側へと通過している。洗浄が望まれる場合は、脱イオン等の洗浄液840が加圧下で供給管830を介してスプレー管820の中に供給される。十分な洗浄液840が供給されスプレー管820を満たしたときは、ノズル開口822を介して更に洗浄液を霧状にスプレーして、ウエハ40の細長開口812の上にある部分をカバーする。ウエハ40からリンスされた余分な洗浄液及び同伴するスラリが、洗浄室810の底部に落ちて、リサイクル又は廃棄のために、ドレイン開口836を通過して排出される。

【0163】中間洗浄ステーションの動作について、以下に説明していく。第1のポリシングステーション（例えば図26Aの例示する50a）でのポリシングのステップが終了したとき、ウエハヘッド110の回転が停止し、ウエハ40を保持していたウエハヘッド110の下端がブラーテン52及びポリシングパッド54から、短い距離、例えば1/4インチ（6mm）持ち上げられ、ウエハヘッド110を保持しているスライド908が、中間洗浄ステーション（例えば80a）に調心するカラーセル90の放射方向の地点に配置され、カラーセル90が回転して、図26Bに示されるようにウエハヘッド110の中心及びそのウエハ40を洗浄ステーション80aの中心に配置させるような地点に、ウエハヘッドを移動させる。そして、図26Cに示されるようにウエハヘッドの下端が、中間洗浄ステーション80aの弾性シール部材828と低圧接触する地点まで下がり、これらの間の水バリアを与えつつもウエハ40を損傷させないようにする。ここに必要な圧力は、ポリシングステーション50で用いる圧力に匹敵するかあるいはこれよりも

低い。図26D及び26Fでは、洗浄液840は、ウエハ40の洗浄室810の上に露出する部分を洗浄するに十分な圧力が与えられ、洗浄済みのステップはドレイン管838を介して排水される。

【0164】図26D及び26Fに示されるように、ウエハヘッドモーター1012が弾性シール部材828を越えてウエハ40を回転し続けたとき、ウエハ40が連続して洗浄されることが好ましい。無論、シール部材828の材料と、かかる力と、回転速度とは、ウエハ40がシール部材828と共に水緊密シールの上をスライドするときに傷がつかないように選択されるべきである。洗浄の間に、多数の回転によってバフ効果が生じる。

【0165】あるいは、ウエハの洗浄は、個別のステップで行ってもよく、これは、下げ、洗浄し、リンスし、ウエハの全ての部分を洗浄できるよう新たな地点まで部分的に回転させるようである。

【0166】洗浄液が洗浄室816から経路を通過して逃れことができず直接マルチヘッドカラーセル90の底部にスプレーされる場合に、これらの方法の組合わせを用いる事が可能であり、何故なら、スプレーがなされてスブラッシュシールドを突破するようになるからである。ウエハヘッドはゆっくりと自転することにより、少なくとも表面全体が、洗浄ステーションとウエハ底部との間のシールによりクリーニング又はスクイージーされ、スクイージーされた液体は室の底部から排水される。そして、ウエハヘッドを持ち上げ、次のブラーテンでのポリシングの配置まで移動させる。この操作により、一のウエハヘッドから少なくともゆるい粒子の全てが除去される。

【0167】上の説明は特定の間ステーション80でのウエハ1枚に関してのものであるが、それぞれの洗浄ステーションの上のウエハヘッド110の全てのカラーセルの地点は、洗浄ステーションがこれらの回転方向の地点に存在するようにおかれる。従って、多数の洗浄ステーション80により、上述のプロセスに従って、ウエハを2枚、3枚又は4枚同時に洗浄することが可能である。

【0168】ウエハ40全体の洗浄が完了した後、ウエハヘッド110によりウエハ40を持ち上げて、弾性シール部材828のシール部材から離し、そして、図26Eに示されるように、カラーセル90によりウエハヘッド110及び付随するウエハ40を、次のポリシングステーション50bまで回す。

【0169】別の中間洗浄ステーション80について、図26H（27）にその断面が、図26I（28）にその平面が示される。包囲された洗浄キャビティ852を有する洗浄ハウジング850は、テーブルトップ23の頂部に固定されている。線状の洗浄開口854が、ウエハ40の直径とほぼ等しい長さで洗浄ハウジング850の頂部に形成され、これは、2つのポリシングステ

ーション50の間の境界に沿うように且つカラーセル90の回転方向に垂直となるように、調心される。しかし、中間洗浄ステーション0及び50'は、図6Aの3パッドシステムにおいてはこの4つの中間洗浄ステーションの全体に対するポリシングのシーケンスの前後の対応する地点に有利に配置されることができるとに、注意すべきである。

【0170】コンタクトパッド856が、洗浄ハウジング850の上部の洗浄開口854を除いた部分に接着剤で接着されているため、ウエハの緊密シールを堅く形成したままで、ウエハヘッド110がウエハ40を、洗浄ステーション80'の頂部に対して、ウエハ40を傷つけないように柔らかく押圧できるようになる。このような接触のための材料は、軟らかく柔軟である必要があり、また、移送/洗浄ステーション70のベDESTAL72の上に置かれる弾性シートと同様であってもよく、又は、細密なポリシングパッド材料と同様の繊維パッド又は発泡パッドであってもよい。あるいは、コンタクトのための材料は、洗浄ハウジング850に容易に接続可能なリムーバブルトップに包含されていてもよい。

【0171】リッジノズルマウント860がテーブルトップ23に固定され、洗浄ハウジング850の洗浄キャビティ852の中で上昇する。洗浄開口854の真下に配置されるリッジビーク862は、直径が例えば0.025" (0.64 mm) である垂直方向に向くノズル穴864を数個有している。ノズル穴864は、中心に配置される垂直供給通路868に接続する長手方向に伸張する供給通路866に接続し、垂直供給通路868はオリングリセス872によりテーブルトップ23の中の垂直通路874とシールされて接続し、この垂直通路874はテーパ付き穴876を底部に有し、この底部に対して洗浄液の供給源を選択的につなげることができる。数多くの水平伸張排水溝が、テーブルトップ23との接合部で洗浄ハウジング850の底部を貫通して伸び、洗浄キャビティ852の底部に落ちてくる洗浄液が外に向けて流れてテーブルトップ23の上部へと至り、そこには、余分なスラリ及びその他の研磨液のためのドレイン数本が備えられている。

【0172】洗浄ハウジング850の上部のコンタクトパッド856の上部が、ポリシングステーション50のブラーテン52の上部の僅か上にある。ウエハ40が1つのポリシングステーション50でポリシングされた後、ウエハヘッド110がウエハ40をブラーテンから持ち上げ、これを中間洗浄ステーション80'の上に運んでその上を下ろす。ノズル864が洗浄液をウエハ40に向かって噴射し、粒子を含んだ液体をキャビティ852の中におとして、排水溝を介して排水させる。

【0173】ウエハ40は、前述のように段階を経て研磨してもよく、あるいは、ウエハヘッド110をゆっくりと連続的に回転させて且つウエハ40をコンタクトパ

ッド856に緩く接触させて、研磨してもよい。弾性シールの空孔性が適正に選択されたなら、ウエハ40は中間洗浄ステーション80'の上を通過すればスクイージーされる。

【0174】従来技術では、ポリシング工程の終わりに、ウエハのバフ処理を行うため、即ちウエハを非常に軽く研磨して塵や粒子を除去するためには、別のポリシングステーションが必要であった。このバフ処理は、ポリシングパッドに似たバフパッドによってなされていた。中間ポリシングステーションの動作、特にポリシングのシーケンスの終わりにおける動作は、バフ処理の役割と非常に似た役割を行っている。その結果、中間ポリシングステーションを具備することにより、実際のポリシングのための第3のポリシングステーションが必要でなくなり、その結果、システムのスループットが実質的に向上する。

【0175】更に、1つ以上の中間洗浄ステーション80又は80'を、別のポリシングステーションとして考えることも可能である。従って、1つ以上の洗浄ステーション80又は80'を、ポリシングステーション50に対して角度方向に配置して、ウエハヘッド100を、洗浄ステーション80又は80とポリシングステーション50との双方の上に懸下させることができる。その結果、洗浄ステーションでの洗浄又はバフ処理は、ポリシングステーションでのポリシングと同時に行うことが可能であり、そのため、ポリシング装置のスループットが向上する。

【0176】(パッドコンディショナー) ポリシングパッドは、完全に取替える必要が生じる前にも、たびたび(又は定期的に)コンディショニングを行って表面がグレージングになることを防止する必要がある。ここに記載する具体例では、パッドコンディショナーは、粗い表面を有する回転ディスクであり、これは、コンディショニングを行っている間、回転するポリシングパッドと連続的に接触するようになり、パッド54全面を周縁から中心へと前後に掃引する。別のタイプのコンディショナーも可能である。コンディショニング部材は平坦で非円形であってもよく、パッドと接触可能な外周面を有する円筒部材であってもよく、あるいは、1つ以上の針であってもよく、又は別のものであってもよい。コンディショナーの表面は、ざらざらであってもよく、歯状であってもよく、あるいは、鋭い開口エッジを有していてもよく、又は別のものであってもよい。コンディショニング部材の表面は、パッドと相対的に運動してもよく、コンディショナー部材はパッドの上を転がってパッドにその表面のパターンを打ち出してもよく、コンディショニング部材はパターン全体に静止体として引っ張られてもよく、あるいは、パッドとは異なる平面で回転させてもよく、又は別のものであってもよい。このようなコンディショニング部材は、ポリシングパッドの上に配置可能

でポリシングパッドに対して運動可能な、コンディショナーヘッドの概念の中に含まれるものである。

【0177】図29に示されるように、概略的には、パッドコンディショナー60は、アーム62の遠端に懸下されるコンディショナーヘッド64を有している。アーム62の近端は支持組立体65によって支持され、この支持組立体65は、コンディショナーヘッド64をパッドのコンディショニングのための適所に配置させパッド54の上を掃引するようにウエハの平面でアーム62全体を回転させることができ、また、アームの近端は、コンディショナーヘッド64を約1 $\frac{1}{4}$ "(32mm)だけ僅かに上昇させてコンディショナーヘッド64をパッド54に選択的に接触させることができ、また、ベルトドライブを介してコンディショナーヘッド64を回転させる。

【0178】(コンディショナーヘッド)コンディショナーヘッド64は、リセス610内部で、歯状又はその他の研磨性の高い表面コンディショニングディスク612又はその他の略円筒状の部材を、自身の底面に保持している。その下向きの面614は、グレージングの状態となったポリシングパッド54と強く接してこれと相対的に運動すれば、パッド54の表面が磨かれてグレージングがなくなる。

【0179】コンディショナーヘッド64は、図31に更なる詳細が例示されている。コンディショニングディスク612は、中心下側の開口616を中心に有し、その底部は、コンディショニングディスク612の回転における有効回転中心618に配置されている。有効回転中心618は、パッド54及びコンディショナー表面614の圧縮及び横方向のコンシステンシーの変化を考慮すれば、トルクを最小にできる地点を与え、何故なら、回転摩擦によるコンディショナー表面とポリシングパッドの強い接触は、垂直方向ではこの地点に対してネットトルクを生じさせないからである。

【0180】図30の斜視図に更に例示されるように、コンディショニングディスク612は、リセス610の中に配置されたフレキシブルな保持パッド621によってコンディショナーヘッドフェース板620の底部のリセス610の中に保持されるが、この保持パッド621はフェース板620及び下磁石面に接着する接着性の面を有している。コンディショニングディスク612は、保持パッド621に隣接するリセス610の中にフィットしている。コンディショニングディスク612は磁性材料製であって、保持パッド621の磁石側面を保持し、この別の側面は、コンディショニングディスク612に貫通する円形穴615の三角形の配列のエッジに対してポリシングパッド54を磨くために、ダイヤモンドを内部に有している。この穴は、直径約1 $\frac{1}{8}$ "(3mm)である。このようなコンディショニングディスク612は、米国ペンシルバニア州ファーリングのTBW Ind

ustries 社から、grid-abrade model として入手可能である。リセス610の壁619にはゲート619aが形成され、コンディショニングディスク612をリセス610から取り外すことが可能となる。

【0181】図30の多孔のコンディショニングディスク612は、例示の目的のためだけのものであり、本発明にはその他のコンディショニング部材が含まれることが理解されよう。

【0182】(ジンバルドライブ)図31に例示されるように、新規なジンバル(水平保持装置)組立体が、コンディショナーヘッドフェース板620及び付随するコンディショニングディスク614をコンディショナーアーム64に接続する。いかなるジンバル組立体によっても、回転運動をディスク状構造体に与え、他方、駆動軸は、ディスクに対して垂直となる必要はなくある角度に傾いている。しかし、図32に例示されるように、従来技術のジンバル構造体621は、ジンバル回転中心622(ジンバル構造体の回転の2つの水平軸が交差すると仮定して)を有し、この中心の周りに駆動軸624及び垂直軸626が角度 $\alpha$  gimbalだけずれている。従来技術のジンバル回転中心622は、水平トルク中心627の上方でコンディショニングディスク612とポリシングパッド54との間の境界面に配置される。水平トルク中心627からのずれは、コンディショニングディスク614がパッド54の上を掃引し、正味の水平線形摩擦力がジンバル中心回転中心622からずれることを経ることにより、有限な垂直トルク628が生じる。コンディショニングディスク612を回転させ表面に沿って並進運動させるシャフトが、ジンバル回転中心を通る水平面内で合力Rを作用させ、他方で、パッド54が並進コンディショニングディスク612に対して作用させる正味の線形摩擦力Fがコンディショニングディスク612とパッド54との間に存在するとき、正味の垂直トルク628が発生するだろう。即ちこの2つの力が反対向きで等しい場合であっても、この2つの力はモーメントアームによって分解できて、これが有限な垂直トルク628を生じさせる。垂直トルク628によって、コンディショニングディスク612の前縁630が、グレージングの補修をしようとするコンディショナーパッド54に対して、コンディショニングディスク612の後縁632にかかる垂直圧力よりも大きな垂直圧力を有するようになる。

【0183】垂直トルク628により、ポリシングのプロセスによって前縁630を後縁632よりも多く摩擦させる。このトルクは、負荷及びポリシングの差を生じさせるものであり、コンディショナーヘッドが大きな下向きの圧力を有するような方向に掃引され、掃引力の一部が前縁に対する下向きの力に変換される場合に、増加する。

【0184】このポリシングの差が生じる問題は、図3

3に従ったヘッドの幾何的關係によって減少ないしほぼ排除され、そこでは、水平トルク中心627が共通の中心636でジンバル回転中心622と一致している。コンディショニングディスク612をパッド54全面上で引くことにより生じる力 $R'$ と、コンディショニングディスク612とパッド54との間の摩擦力との両方が、コンディショニングディスク612とパッド54との境界面と同じ平面上に存在する。摩擦面上の掃引により生じる回転トルク628はゼロまで下げられ、何故なら、トルク中心628はこのトルクに抵抗する面内に存在し、即ち、結果力 $R'$ と摩擦力 $F$ とは同じ平面上に存在し、モーメントアームはこれらの間に存在しないからである。その結果、ジンバル中心622のずれにより生じる負荷の差が、著しく減少する。

【0185】図34の斜視図に示されるように、コンディショナーアーム62の往復運動、即ち中心から周縁へのポリシングパッド面上の掃引は、コンディショナー支持シャフトハウジング1630の回転によってなされ、このコンディショナー支持シャフトハウジング1630は、アーム掃引駆動モーター1670につながったハーモニックドライブ1668によって回転が与えられる。この構造は後に更に詳細に説明する。コンディショナーアーム62は、コンディショナー掃引駆動モーター1670によって、上述のように駆動ハウジング1630にボルト止めされたスタブシャフト1642を介して回される。

【0186】新規なジンバル構造体の図33に戻ると、コンディショニングディスク612がグレージング状態のパッド54に沿って強制されたとき、摩擦力 $F'$ が発生する。しかし、共通中心636が中心に置かれているため、駆動力 $R'$ は、等しく反対向きで平行で線上にある。その結果、コンディショナーヘッドには正味のトルクが存在しない。

【0187】この効果は、ボールアンドソケットジョイント640によって実現され、このボールアンドソケットジョイントの中では、球対称中心がコンディショニングディスク612とポリシングパッド54との間の境界面上にある。負荷的な手段を置くことにより、ソケット部分642がボール部分644に対して水平面上を回転することが防止される。ボールアンドソケットコネクションの中心部を、力が摩擦力と反対向きにポリシングパッド54の面上で伝達されるように配置することにより、この構成がヘッドの回転の傾向を防止し、従来技術で生じるように、コンディショナーヘッドの一方の側に他方の側よりも高い圧力を発生させる。

【0188】本発明に従った特別の設計では、図31の断面図に示されるように、研磨性のコンディショナーヘッド表面614を有するコンディショニングディスク612の裏側を円筒状下側ボールジョイント部分に取り付け、この円筒状下側ボールジョイント部分はその下内側

コーナーに、セグメントに別れた凸状で環状の表面654を有するベアリング要素652が取り付けられており、この表面654は、曲面の中心を共通中心618に有している。この部分は、ボールアンドソケットコネクションのボールを形成する。

【0189】ボール部分についてここで説明してきた事とは反対に、ソケット部分はコンディショナーヘッドシャフト656を有しており、これは、凸表面654の裏側に、セグメントに別れた凹状で環状の表面658を有し、また、曲面の中心を共通中心618に有している。ボールベアリングケージ660は、ベアリング要素652の凸表面654と、コンディショナーヘッドシャフト656の凹表面658との間をロールする数個のボールベアリング662を把持している。ベアリングボー662により、コンディショナーヘッドシャフト656が、コンディショナーヘッドフェース板620及びパッド54に対して（2つの垂直面の中で）才差運動することができるようになる。しかし、非常に軟らかいリング664（好ましくはデュロメーターで40）が、ベアリング要素654の環状で内側に面するリセス666の中に把持され、また、コンディショナーヘッドシャフト656の外面壁668に対面している。閉じ込めリセス666の中でのリング664の圧縮性は、コンディショナーヘッドシャフト656のベアリング要素に対する才差運動性を2〜3度に制限するが、これはコンディショナーヘッド64の動作に十分であるよりも大きい。実際、圧縮性が有限になれば、ジンバル構造体の垂直トルクがないという仮定に影響する。この才差運動性により、コンディショニングディスク612が極の角の狭い範囲の中を動くことになり、ポリシングパッド54の表面に僅かな変化が生じて、コンディショナーヘッドフェース板620の一方の側に他方の側よりも大きな圧力が与えられることがなくなる。

【0190】ネック付きナット670が、コンディショナーヘッドベアリング要素620の上リム672にねじ止めされ、その上ネック672が、コンディショナーヘッドシャフト656の外側フランジ674の周りを緩く包囲しつつもこれを把持しており、その係合が生じれば、コンディショナーヘッドシャフト656のベアリング要素656に対する才差運動の制限を最適にする。ショルダーボルト676が、コンディショナーヘッドシャフト656の底部中心にねじ止めされている。その下向き対面ヘッド678が、ベアリング要素650の打ち向き対面リップ680によって、上向き側に把持される。ショルダーボルト676のヘッド678とベアリング要素650のリップ680とを選択的に係合させることにより、コンディショナーヘッド64がポリシングパッド54から持上がった際、コンディショナーヘッドベアリング要素620がコンディショナーヘッドシャフト656から抜け落ちることが防止される。

71

【0191】ボールベアリング662により、通常は、ベアリング要素652と、これに付随したコンディショニングディスク612とが、コンディショナーヘッドシャフト656に対して自由な方位に回転することが可能となる。しかし、数多くの周縁駆動ピン682（このうち1つだけを図31に図示）が、コンディショナーヘッドベアリング要素620及びコンディショナーヘッド駆動シャフト656の1対の駆動ピン穴685及び686の中にゆるく把持され、これらの間の実質的に方位的な動きを防止する。即ち、コンディショナーヘッドシャフト656の駆動ピン穴686は、コンディショナーヘッドシャフト656のコンディショナーヘッドベアリング要素620の才差運動を制限するように、駆動ピン682を極方向にしっかりと把持しているわけではないが、駆動ピン682を横方向に関して把持して、実質的な相対方位的回転を防止する。

【0192】コンディショナーヘッドのジンバリング（水平保持）により、コンディショナーヘッドのコンディショニングディスクを平面状に回転させる駆動を与えることが可能となるが、コンディショナーヘッドを、コンディショニングしようとするポリシングパッドに垂直な方向から幾分か傾けることを可能とする。ジンバルドライブは、その回転の中心が低いため、その下の基板のコンディショニングに差ができることを防止する。

【0193】2つの環状ベアリング688の外側レースは、環状スペーサー690によって間隔が開けられ、下側環状ベアリング688と底部外側カラー694との間のバイアス環状ばね696を有して底部外側カラー694にねじ止めされている上部外側カラー692によって保持されている。上部外側カラー692は、下側外側スカート693を有し、これは、スラリやその他の汚染物が、コンディショナーヘッドシャフト656を支持するベアリング688に到達することを防止するように迷路状の経路を提供する。

【0194】この組立体は、略U字型アーム本体1604の中に皿穴があり上カラー692の下側フランジの中にねじ込まれるねじ1602により、懸下される。

【0195】組立に際しては、コンディショナーヘッドの下部が持ち上げられて環状ベアリング688の中心の中に入り、下側環状ベアリング688の内側レースはコンディショナーヘッドシャフト656のレッジ1610の上に置かれている。内側スペーサー1612により、2つの環状ベアリング688の内側レースが分離される。上環状ベアリング688は、歯状のシープ1616の蛇腹1614により把持されている。ボルト1618は、コンディショナーヘッドシャフト656の中にねじ止めされた際に、シープ1616を押圧して、環状ベアリング688の内側レースを保持する。

【0196】（コンディショナーアーム及び支持体）図29の全断面図、図35の拡大断面図及び図34の部分

72

的斜視図に示されるように、コンディショナーアーム62は、コンディショナーヘッド64を支持し且つ上昇させ、コンディショニングしようとするパッド54の端から端までを掃引し、コンディショナーヘッド64に力を伝えるベルト組立体を包囲する。

【0197】アーム本体1604は、遠端壁1618と、アーム本体1604にねじ止めされるチャンネルカバー1620とを有し、駆動ベルト組立体を包囲しスラリによる汚染からこれを保護するハウジング1622を形成する。駆動ベルト組立体は、コンディショナーヘッド64に取り付けられている歯状ヘッドシープ1616の周りを包み、且つ、アーム支持体65の歯状駆動シープ1626を包む、歯状駆動ベルト1624を有している。歯状駆動ベルト1624が必要とされるのは、コンディショナーヘッド64が別の表面をコンディショニングする際に駆動ベルト1624に要するトルクが変化するためである。

【0198】図34及び35に示されるように、回転支持ハウジング1630が、アーム本体1604の近端1632を、水平才差運動軸1634の周囲に回転可能な状態で支持する。垂直伸張支持ハウジング1630は、それぞれ4つの保持穴1638が開けられている2つの平坦面1636を有している。支持ハウジング1630の平面1636がアーム本体1604のチャンネル1622の中に配置されているときは、それぞれスタブシャフト1642を有する2つのシャフトベース1640が、穴1644内にありシャフトベースのフランジに皿穴を有するねじによって、平面1636の上に取り付けられ、このねじは、支持ハウジング1630の保持穴1638の中にねじ込まれている。外向きに伸張するスタブシャフト1642は、球状ベアリング1464の内側レースによって、回転可能な状態で支持されており、スタブシャフト1646間の自己調心及び調心ずれの調整を行えるようにしている。このベアリング1646の外側レースは、ベアリングカバー板1648に取り付けられており、このベアリングカバー板1648は、ベアリングカバー板1648のフランジの中の穿孔1652を貫通しアームスカート1650のタップ穴1654を通るねじによって、アーム本体1604の垂直スカート1650に固定され、水平才差運動軸1634を確立する。

【0199】このように、コンディショナーアーム本体1604の近端1632は、水平才差運動軸1634の周囲に旋回可能な状態に支持され、また、コンディショナーアーム本体も、支持ハウジング1630の回転により、水平面で回転可能となっている。

【0200】コンディショナーアーム62の水平才差運動軸1634の周りの回転運動は、水力ラム1656によってなされるものであり、この水力ラム1656は、アーム本体1604の背面から伸張するヨーク1660

の2つの水平穴1658に把持されるピンに接続、また、シャフトハウジング1630に取り付けられこれを回転させる旋回支持板1662に接続される。水力ラム1656の伸張収縮により、コンディショナーアーム62及びこれに付随したコンディショナーヘッド64を、水力ラム1656に与えられる圧力により制御された特定の圧力で、ポリシングパッド54の方へと押圧し、又は、コンディショナーアーム62及びヘッド64を持ち上げて、保管又は保守のために、ポリシングパッド54から遠ざける。

【0201】図34及び35に例示されるように、ベルト1624の駆動シープ1626は、水平才差運動軸1634の上方の地点で駆動シャフト1664の上端に固定される。駆動シャフト1664は、シャフトハウジング1630の内部に垂直に通過する。その上端では、旋回支持板1662とスカート1663に接続され、ベアリングを保護する。その下端は、ギア1665を保持し、このギア1665は、コンディショナーヘッドモーター1666の出力シャフトでギア1667につながり、コンディショニングディスク612の動力を提供する。コンディショナーヘッドモーター1666は、テーブルトップ23に固定されたモーターブラケット1676の上に装着される。

【0202】幾何関係の結果、アクチュエーター1656によって、駆動シープ1626をコンディショニングアーム本体1604に対し旋回させることはない。しかし、ヘッドシープ1616は、コンディショナーアーム本体1604に対し旋回する。従って、駆動シープ1626及び才差運動軸1634がずれているため、駆動シープ1626とヘッドシープ1616との間に載置されている駆動ベルト1624の張力は、コンディショナーアーム62が持ち上げられたときには減少し、コンディショナーアーム62が下げられたときには増加する（傾き角に対する張力の変化は、駆動シープ1626が才差運動軸1634の下に配置されていれば、正反対になる）。駆動シープ1626の配置が、垂直旋回を中心1634の上に（僅かではあるが）ずれており、これも、駆動ベルト1624の張力に影響を与える。アーム62が、ポリシングパッド54に向かって下向きに旋回すれば、ベルト1624の張力が増加し、アーム62がポリシングパッドから遠ざかるように旋回すれば、ベルト1624の張力が減少する。このベルト張力の増加と減少は、水力ラム1656からの力と結合して、ポリシングパッド54上のコンディショナーヘッド64の圧力に影響する。ベルト1624の張力が増加すれば、水力ラム1656により発生する力に対立し、コンディショナーヘッド64をポリシングパッド54に押圧する傾向が生じる。張力の増加は、アーム62を上昇させる傾向を生じさせ、他方、張力が減少すれば、アーム62が、その下のポリシングパッド54に向けて大きな力で押圧する

傾向を生じさせる。この構成では、コンディショナーヘッド64とポリシングパッド54の間の一定の摩擦係数が、駆動ベルト1624に適切な張力を与え、これが、水力ラム1656からの力と共に、コンディショナーヘッド64とポリシングパッド54との間の或る適切な圧力を与え、これは、コンディショナーヘッド64とポリシングパッド54の間の境界面の高さの小さな変化に関係しない。コンディショナーヘッド64とポリシングパッド54の間の摩擦力は、粗いポリシングパッド面が通過したときに増加し（表面は既に粗いので、更に粗面処理／コンディショニングの必要はない）、摩擦力が増加すれば、コンディショナーヘッド64を一定速度で回転させるために必要な力が増加する。この力が増加することにより、コンディショナー駆動ベルト1624の張力が発生し、コンディショナーヘッド64が上昇してポリシングパッド54から遠ざかる傾向を生じるため、コンディショナーヘッド64のポリシングパッド54への圧力及び研磨が減少することになる。逆に、コンディショナーヘッド64が摩擦力の低い領域、例えばポリシングパッドのグレージングの生じた領域などを通過したときは、コンディショナーヘッド64の回転に対する抵抗は小さくなり、コンディショナーヘッド駆動ベルト1624の張力も小さくなる。張力の減少により、駆動ベルト1624の力も減少し、コンディショナーアーム62を下げる傾向を生じ、ポリシングパッドにかかるコンディショナーヘッドの力が増加し、ポリシングパッドに更に強くかみ合うようになり、グレージング又は低摩擦力の位置に対して、更にコンディショニングを与えることになる。

【0203】図29及び35に示されている駆動掃引モーター1670は、コンディショナーアーム62を、ポリシングパッド54の中心から周縁までの端から端までの経路で往復運動により掃引させる。駆動掃引モーター1670は、テーブルトップ23の底部でモーターブラケット1676に装着される。出力シャフト上のギア1672が、伝達するトルクを数倍にする、ハーモニックドライブ1668のリム駆動ギア1674につながっている。パッドコンディショナー60のための模範的なハーモニックドライブは、米国マサチューセッツ州ビーボディのテイジンセイキボストン社ハーモニックドライブテクノロジーから、ユニットサイズ25で入手可能である。ベルト駆動シャフト1664は、ハーモニックドライブ1668及びリムギア1674の中心軸に沿って通過している。ハーモニックドライブの高速低トルク側は、モーターブラケット1676に固定され、低速高トルク側は、シャフトハウジング1630に固定されている。

【0204】コンディショナーアーム62は、上述のように、スタブシャフト1642の組を通して水平に回り、アーム本体1604とシャフトハウジング1630

との間にボルト止めされる。コンディショナーヘッドモーター1666は、テーブルトップ23に固定されたギアハウジング1672の中の1組のギアにより駆動シャフト1664に接続している。駆動シャフトは、駆動ベルト1624、コンディショナーヘッド64、そしてコンディショナーディスク612を回転させる。

【0205】図29～35のパッドコンディショナー60は、ポリシングシステムの制御コンピュータに入れるソフトウェアを調節し選択することにより、多様な様式に用いることが可能である。

【0206】ポリシングパッド54は、そのパッドでポリシングが中断している間に、コンディショニングすることが可能である。ウエハ110を放射方向最内部に引っ込み、その最底部を上げて、ウエハヘッド110に保持されている全てのウエハをパッド表面から離れるようにし、ブラーテン52を回転させて、回転するコンディショナーヘッド64が回転するパッド54と接触してその周縁から中心までを掃引する。

【0207】あるいは、ポリシングがパッドで進行中に、即ちリアルタイムに、ポリシングパッド54をコンディショニングしてもよい。コンディショナーヘッド64の掃引は、パッド54の外側部分のおよそ端から端まで伸張し（テーブルトップ23の中心から分かるように）、他方、ウエハヘッド110及びそのウエハ40は、内側部分の端から端までを掃引する。これにもかかわらず、衝突を避けるためには、2つの掃引を同調させる必要がある。この同調には、オーバーセンターポリシングと同時にリアルタイムパッドコンディショニングを行うことが必要であることは明らかであり、それは、ウエハヘッド110がパッド54の上を通過してこれを越えるからであり、また、パッド54のこの部分がコンディショニングを要しているからである。

【0208】（コンディショナーヘッドクリーニングカップ）コンディショナーヘッド64のコンディショニングディスク614は、ポリシングパッド54全面を掃引する際に、その研磨面及びポリシングパッド54に隣接する外面がスラリでカバーされるようになる。コンディショナーヘッド64がポリシングパッド54のウェット面で作動する間、コンディショニングのプロセスが継続しているため、コンディショナーヘッド64の表面上に存在しているスラリが乾燥する間もなく、新たなウェットスラリ粒子が容易に補給される。しかし、作動していない間、例えば、ポリシング中にコンディショナーヘッドが格納されているとき、又は、最も特殊な場合には保守等の様々な理由で装置全体が動作していないとき、コンディショナーヘッドは乾燥してしまい、コンディショナーヘッドにコーティングされたスラリが岩のように堅いケーキとなりやすく、あるいは、スラリ中の水酸化ナトリウムが、コンディショナーヘッドの1つの表面上に晶析する。そして、ケーキ状のスラリを取り除く事や、

晶析した水酸化ナトリウムを溶液に戻す事は困難である。

【0209】この問題を明らかにするため、図18のテーブルトップ23の略平面図に示されるように、クリーニングカップ組立体68が、ポリシングステーション50a、50b及び50cのそれぞれに対して与えられ、作動していないコンディショナーヘッド64を水溶液中の環境下に保管する。

【0210】図36Aに模式的に例示されるように、クリーニングカップ組立体68のそれぞれは、モーター2612のシャフトに装着されるクリーニングカップ2610を有し、このモーター2612は、クリーニングカップ2610を非作動の位置まで回わして、そこでは、コンディショナーヘッド64が収容されているとき、コンディショナーアーム62がコンディショナーヘッド64をクリーニングカップ2610の中まで下げる。流体ラインを含む更に完全な構造の例示は図37に示される。非作動の位置は、ポリシングステーション50cに対しての図18の平面図に例示されている。

【0211】図36Bに例示されるように、ポリシングパッド54のコンディショニングを行う作動の位置までコンディショナーヘッド64を回したとき、コンディショナーアーム62がコンディショナーヘッド64を持ち上げて、これをクリーニングカップの外に出す。そして、図36Cに例示されるように、モーター2612がクリーニングカップ2610を非作動の位置まで回し、これは、ポリシングステーション50a及び50bに対する図18の平面図に示される。図36Cに戻ると、コンディショナーアーム62は、次いで、コンディショナーヘッド64を下げて、ブラーテン52上に載置されているポリシングパッド54の上に載せる。コンディショニングの操作が完結したとき、コンディショナーヘッド64が持ち上げられ、洗浄カップ2610が図36Bの位置まで揺り戻され、その位置では、図36Aに示されるように、保管のためにコンディショナーヘッド64が下げられクリーニングカップ2610の中に戻され、コンディショナーヘッド62に付着したスラリ及び水酸化ナトリウムが溶液の形態のままでいるか、あるいは、洗い落とされて除去されている。

【0212】洗浄カップ組立体68は、その断面が図37に例示され、洗浄カップ2610は、図38に平面図が例示されている。洗浄カップ2610は、コンディショナーヘッド64の底部を受容するに十分な大きさ及び深さを有する円形に近い堰2616によって画成される中心ベイズ2614を有している。垂直伸張供給ライン2620への直径1/8" (3.2mm) の開口をその外側端部に有する長手方向スリップ2618を与えるように、堰2618の形状が与えられる。水又はその他のクリーニング溶液が、洗浄供給ライン2620からカップ2610を介して循環する。コンディショナーヘッ



ド64が下げられ洗浄カップ2610のベイズン2614の中に入れられたとき、コンディショナーヘッド64が、その中に収容している洗浄溶液をまき散らすことが考えられる。従って、コンディショナーヘッド64を洗浄カップの中まで下げる前に、垂直供給通路2620を介してベイズン2614を排水することが推奨され、これは、供給ライン2632に配管及び3方バルブを接続することにより実現される。

【0213】周縁ドレイン2622が、堰2616の外側と僅かに高い包囲ダム2624との間に形成されている。周縁ドレイン2622の両端は外向きに、スリップ2618と平行に、共通の垂直伸張ドレイン通路2626と接合する直径Jの1/4" (6.4mm) の2つのドレイン穴2625まで伸びている。ベイズン2614をオーバーフローする流体は全て、周縁ドレイン2622に捕捉され、ドレイン通路2626を介して排水される。

【0214】洗浄カップ2610は、その支持側で回転シャフト2628に装着され、また、垂直供給通路2620及び垂直ドレイン通路2626を有するように形成され、このシャフト2628と洗浄カップ2610との間の通路2620及び2626は、リセス内のシール

(図示せず)によってシールされる。シャフト2628は、支持ベアリング2630によってテーブルトップ23の中に装着される。洗浄カップ2610の回転が比較的制限されているため、フレキシブルな供給ライン2632及びドレインライン2634は、それぞれ、接続部2636及び2638を介して、シャフト2628の通路2626及び2626に直接接続されてもよい。ドレインライン2634を介して排水される洗浄液は廃棄されてもよく、あるいは、供給ライン2632を介してリサイクルされてもよい。飛散を防止するため、洗浄カップ2610を動かしている間で、且つ、コンディショナーヘッド64を下げて洗浄カップ2610の中に入れたときに、中心ベイズン2614を排水することが好ましい。中心ベイズン2614の排水は、フレキシブルな供給ラインに接続する3方バルブにより洗浄流体源と排水の間で変えることにより、洗浄供給ライン2620とフレキシブルな供給ライン2632を介して行うことが可能になる。モーター2612は、ブラケット2640を有するテーブルトップ23の底部に固定され、ギアの構造(図示せず)により、シャフトの側部にギア接続される。

【0215】図37に示されるように、外側ダム2624の高さが非常に高いため、クリーニングカップ組立体からの流体の損失は通常はなく、必要に応じて新しいクリーニング溶液が供給され又は循環されクリーニング溶液を新鮮に保ち、コンディショナーヘッドの表面上にスラリや化学品の結晶のケーキングや問題の発生がなく、コンディショナーヘッド64を保管することが可能とな

る。

【0216】図39A、39B及び39Cは、コンディショナーアーム62、ウエハヘッド64及びポリシングブラーテン52のクリーニングカップ組立体68に対する相対運動を示すものである。図39A、39B及び39Cは、図36A、36B及び36Cにおけるコンディショナーアーム62の位置と相関している。本発明の使用におけるこの具体例では、コンディショナーヘッド64は、同時にポリシング及びコンディショニングの操作を行いつつ、ウエハヘッド110の座標上の運動により、ポリシングブラーテン52の端から端までを掃引する。この座標は、カルーセル支持板90のスロット910内で放射方向に往復運動する際にウエハヘッド110を妨害することを防止するために必要である。

【0217】図39Aの平面図では、ウエハヘッド110はポリシングパッド54上のおよそ中心に置かれ、コンディショナーアーム62が、その保管の位置に配置され、コンディショナーヘッドクリーニングカップ組立体68が、コンディショナーヘッド64を包囲している。

【0218】図39Bでは、コンディショナーアーム62が、クリーニングカップ組立体68より外側に垂直に旋回し、点線2640は、ウエハヘッドが最内の位置にある状態からブラーテンエッジとオーバーラップしない最外の位置にある状態への両方の状態を示し、別の点線2642は、コンディショニングアーム62の最内と最外の間の同様の往復運動を示すものである。

【0219】図39Cでは、クリーニングカップ組立体68は、コンディショナーアーム62が、ポリシングパッド54の中心からエッジ及び裏側までスイングして往復運動する経路を外れて移動したものである。ウエハヘッド110、コンディショナーヘッド64及びブラーテン52の全てが、同じ方向(時計回り)に回転していることに注目すべきである。図39Cは、ウエハヘッドがブラーテン52のエッジの上方に懸下しているときのヘッドの最外の位置を示している。ウエハヘッド110の保持リング部分はブラーテン52のエッジの上方で懸下可能であるが、ウエハヘッドに保持されているウエハはそうではない。

【0220】別のプロセスでは、コンディショニングのステップとポリシングのステップとが別れている。ポリシングのプロセスの間、図39Bに概略が示されているように、ウエハヘッド110が回転中のポリシングパッド54の全面でウエハ40を掃引している間、コンディショナーヘッド64が保管カップ組立体68の中に保管される。コンディショニングのプロセス中は、図39Cに概略が示されているように、ウエハヘッド110がカルーセル90の中心に最も近く且つ回転中のパッド54の上方の最内位置で保管されている。コンディショナーヘッド64は、妨害しない位置まで回された保管カップ組立体68から持ち上げられ、コンディショナーヘッド

64が回転中のパッド54の上を掃引してコンディショニングを行う。パッドのコンディショニングが完了した後、コンディショナーヘッド64が保管のために戻される位置までカップ組立体を回して戻す。

【0221】(ウエハ移送調心及びクリーニングステーション) 図1及び2に示されるように、移送ステーション70は、ポリシングが終了した後、搬送装置30とポリシング装置20との間のウエハの出し入れ移送という、多数の目的を果たす。図40は、テーブルトップ23に対して上昇可能なウエハ移送ステーション70の拡大斜視図を示す。ウエハ移送ベDESTAL72は、略水平に伸びる上面を有し、そこには、ウエハの主面を傷つけないようベDESTAL72の上面にやさしく支持するため、薄い弾性膜722が貼り付けられている。3つのフォーク組立体74が、ベDESTAL72の1つの垂直位置の回りに配置され、ベDESTAL72上に支持されているウエハを横方向に調心させる。ベDESTAL72が、洗浄シュラウド76の中に垂直に収縮可能で、シュラウド76に取り付けられた3つの洗浄組立体77がリンス流体をウエハ、ベDESTAL又はウエハヘッドに向けるときはリンス流体がシュラウド76の中に収容されるようにしている。また、シュラウド76は、テーブルトップ23に対して垂直に上昇することができる。

【0222】図41は、ブラーテン及び洗浄シュラウドの上面の平面図である。図42及び43は、図40と同様の2つの異なった角度からの斜視図であるが、部分的に断面を示し、フォーク及び水ノズルの動作を示している。図44は、移送ステーションのベDESTAL領域の詳細な断面を示している。シュラウド76は、略円筒状のベイズンシャフトハウジング78上で支持されこれにシールで接続し、他方、ベDESTALは、ベイズンハウジング78の中に垂直に伸びる管状ベDESTALコラム79の中を通りこれに支持されている。

【0223】(ベDESTAL及び洗浄ベイズンの洗浄ポートと真空ポート) 移送ステーション70のベDESTAL72は、図41の平面図及び図44の断面図に例示されるように、中心ポート724及び多数のオフセットポート726の両方を、ベDESTAL72の上面に、中心を外れて且つ弾性膜722に貫通するように、有している。即ち、真空及び水のためのポート724及び726は、ベDESTAL72の上部及び弾性膜722を貫通する。ポート724及び726は、ベDESTAL72内の横通路728(図44にはこのうち2つしか例示していない)に接続し、これは、管状ベDESTALコラム79の中の中心通路と反対側の垂直通路730に接続する。加圧された洗浄流体又は真空が、ねじ切りユニオン738を介してベDESTALコラム79に取り外し可能に結合したフレキシブルな流体ホース736を介して、ベDESTALコラム79の中心通路の底部に与えられる。真空源が洗浄流体で汚染されることを防止するため、真空ジェネレータ及び

3方バルブが、真空ラインと洗浄供給ラインとの接合部でフレキシブルライン736に接続される。真空ジェネレータは、水の圧力を用いて、真空を発生させるものである。模範的な真空ジェネレータは、米国マサチューセッツ州ヒンガムのPIAB社から入手可能な、Model L10型真空ポンプが挙げられる。3方バルブ、ベDESTALコラム79の中心通路723及びこれに対応したポートを介することにより、加圧液体又は真空を供給する際、この液体で真空源を汚染する可能性を低減する。

【0224】図41の平面図及び図49Aの横断面図に示すように、ディスクチップノズルがポート724及び726にねじ止めされ、これは、米国イリノイ州セントチャールズのレクラ社から入手可能な Model 680.34 5.17 が好ましい。詳細は後述するが1方チェックバルブが中心ポート724に設置され、洗浄液がそこから噴射することを防止しつつ中心ポートで真空が引けるようにしている。加圧クリーニング溶液がオフセットポート726を介して供給され上向きの方向を有する液体がウエハヘッド110の底面及びそこに付随しているウエハ全てを洗浄する。ウエハが弾性膜722と接触しているときは、ポート724及び726に供給される真空は、ベDESTAL72の上部にウエハをしっかりとシールする。

【0225】3つの洗浄組立体77は、図43の斜視図及び断面図の双方に示されるように、ベDESTAL72の周囲に約120°の間隔をもって配置され、ポーチルーフ740及び外側壁741の内側の下のシュラウド76のおよそ周縁に配置される。洗浄組立体77のそれぞれは、ベイズン76の内底部743に固定され垂直通路748を介して第1のタップノズル穴746に接続する放射方向通路744を有する、下側部材742を有している。洗浄組立体77は、下側部材742に固定され自身の垂直通路752を有する上側部材750を更に有し、垂直通路752は他の垂直通路748にシールで接続し、第2のタップノズル穴754に接続する。フラットスプレーノズルのそれぞれは、全体のスプレーのパターンを最適化するようにそれぞれのスリットの方角を選択して、ノズル穴746及び754にねじ止めされる。下ノズル穴746は、ベDESTAL72の水平面に対して約30°上に向く横軸を有して、上ノズル穴754は、約15°下に向く横軸を有し、即ち、2つのノズル穴746及び754は、ウエハの平面から約10°~45°の範囲の角度でずれている。これら2つのスプレーパターンは、何も置いていないベDESTAL72及びポリッシュにより保持されるウエハを更に効果的に洗浄するため、ベDESTAL72の周縁の近く又はその外側で交差するように、配置が与えられていてもよい。

【0226】図43及び44の双方に示されるように、洗浄組立体77のそれぞれは更に、下側部材742の放射方向内端に接続しその放射方向通路744にシールし

て接続する。洗浄組立体78のそれぞれの供給管756は、ベイズンハウジング78の内側を垂直下向きにその下端まで通じている。この地点で、下側カラー760の通路758に接合し、この下側カラー760は、洗浄流体のためのフレキシブルなラインへのねじ切り接続のためのタップ穴を外壁に有している。

【0227】従って、洗浄流体は、略水平方位周縁洗浄組立体78の3つそれぞれに独立して供給され、ベDESTAL72の上部の垂直方位ポート726に供給される。ウエハヘッド110が移送ステーション70の上方に配置されベイズンシュラウド76及びこれに対応する洗浄組立体77が持上ってウエハヘッド110及びこれに付随するウエハがベイズンシュラウド76のポーチルーフ740の内側に配置されるとき、それぞれの源(ソース)からの洗浄流体は実質的にベイズンシュラウド76の中に収容される。過剰な洗浄流体及び同伴するスラリは、ベイズンシュラウド76の中に捕捉され、ベイズンハウジング78の底部に向かって下向きに排水され、ここでは、ドレイン通路759が、ベイズンハウジング78の底部及びカラー760に貫通しドレイン管761に接続する。

【0228】ベイズンシュラウド76がウエハヘッド110の周囲に上昇することにより、ウエハヘッド110に必要な垂直ストロークが短くなる。この短いストロークは、ウエハヘッドの単純且つ簡単なデザインに寄与する。

【0229】(ウエハ調心フォーク) 図40に例示されるように、また、後述でより詳細に説明するように、ウエハ40をウエハ移送パドルによりベDESTAL72上に搬送した後、3つのフォーク組立体74を用いて、ウエハヘッド110を洗浄ステーション70及びそのベDESTAL72に対して調心する。その後、ベDESTAL72を少し下げ、ベイズンシュラウド76をこれに付随するフォーク組立体74と共に持ち上げて、ベDESTAL72と、ウエハ40と、ウエハヘッド110の下部とを横方向に包囲する。中心合せが終了した後初めて、ウエハ40をウエハヘッド110に搬送する。

【0230】図41にも、3つのウエハ調心フォーク組立体74の三角形の配向が平面図で示される。図42の斜視図、図45の拡大斜視図及び部分的断面図、並びに、図44の断面図でも更に示されるように、フォーク組立体74のそれぞれはフォーク762を有し、フォーク762は、制限された角度の範囲の中で回転可能で、また、中心合せをしようとするウエハのエッジに隣接させるための1対の調心歯764を有している。フォーク762は、放射方向に伸張するフォークアーム766の遠端上を回転し、フォークアーム766の近端は、ベイズンハウジング78の内部に下がって伸びる垂直リブ768に固定される。リブ768の下端は、シャフト769の回りに支持スリーブ772のウィング770までヒ

ンジ動作ができるようになっており、これは、後述するが、ベイズンハウジング78に固定されている。ベイズンハウジング78の外側の側部には空気圧シリンダー774が固定され、この空気圧シリンダー774は、ベイズンシャフト78に貫通し且つ垂直リブ768の中間部分内に通じるカップリングをそのシャフト端に有する、出力シャフト776を有している。ここでのデザインは、それぞれのリブ及びこれに対応するフォーク組立体74に通じる1つの空気圧シリンダー774に専用のものであるが、このデザインは、1つの空気圧シリンダーを用いて3つのリブ768を作動させるために容易に変更できるものである。

【0231】フォーク空気圧シリンダー774の空気圧による作動及び作動停止は、ベDESTAL72上のウエハ40に対してフォークの放射方向位置を制御する。作動では、リブ768が放射方向内側に押圧され、フォーク762がベDESTAL72上のウエハに近付き接触できるようになる。作動停止では、リブ768が放射方向外側に引かれ、ベDESTAL72からフォーク762を引っ込めるようになる。この幾何関係が、フォーク762の放射方向運動をその軸方向の運動と結合させ、フォーク762がウエハ40に近付けば上昇するようにしていることに、注意すべきである。フォーク空気圧シリンダー774にはばねで負荷が与えられ、空気圧シリンダー774への負荷を変化させて位置の空気圧制御を更に精密に行うことができるようになる。緊張緩和ねじ778が底部からフォークアーム766の放射方向内側部分の中にねじ込まれて、フォークアーム766への垂直方向調節可能な下側ストップを与えるため、フォーク762の放射方向外向きの移動を制限する。

【0232】図42及び45に最も良く示されているように、フォーク組立体74のフォーク762が、フォークアーム766の遠端に固定されここから垂直上向きに伸びる、フォーク回転シャフトに780回転可能な状態で支持される。2つのブッシング782(図45にはこのうち1つだけ図示)が、フォーク762のヨークを把持し、フォーク回転シャフト780に対して水平面上を自由に回転させる。フォーク762が自由に回転できることにより、調心がうまくいっていないウエハにフォーク762が最小の掃引動作で近付くことができるため、接触点が3つではなく6つとなる。

【0233】2つのバンパー組立体784が、フォークの歯764の背面に略放射方向に、垂直軸の回りに回転可能な状態で支持されている。バンパー組立体784のそれぞれは、ノブ状バンパー786の水平面上での自由な回転を可能にする2つのボールベアリングを有している。バンパー786は、ウエハヘッド110の側部に係合し、これは、洗浄ステーション70のベDESTAL72に正確に調心されなくてもよい。フォーク762が先ずウエハ110の側部に歯762の両方で接触した後、フ

フォーク組立体74が更に内向きに収縮して、ブレーキがかかっていないカルーセル支持板906を必要な方向に回転させ、ベDESTAL72を正確に調心できるようにする。その後初めて、カルーセル90を適所にロックする。バンパー786も、調心のうまくいっていないウエハ40を再調心する。

【0234】フォークアーム766とリブ768がリモートシャフトの回りに旋回するカンチレバーのデザインは、モーメントアームが長くなり介在する支持組立体の剛性が制限されるため、フォーク762が周縁方向にも垂直方向にもふらつくという欠点がある。このふらつきを防止しつつフォーク組立体74の実質的に自由な運動を妨害しないようにするためには、3つの調心フォーク組立体790のそれぞれが、それぞれのリセスにねじ止めされて洗浄ベイズン76の外壁741に、周縁方向に120°の間隔をおく位置及び軸方向の位置で、固定される。このような位置は、フォーク回転シャフト780及びバンパー786の双方から放射方向内向きの位置でフォーク62に固定されこれを下向きに下げるポスト792に対応している。調心フォーク組立体792は、ベイズン壁741から放射方向内向きに伸びる2つの歯794を有しているため、フォーク回転シャフト780の下向きに下がるポスト792を非常にゆるく把持することができるため、フォーク762が所定の回転の制限を越えて回転して周縁方向にふらつくことが防止される。フォーク762は歯794の中のブッシングの周囲を回転し、この回転は、歯794の一方又は他方に係合するポスト792により回転が停止するまで行われる。

【0235】上述のウエハ支持体のデザインは、ウエハの処理側がベDESTAL上に載っているものであり、ウエハの処理側が接触する必要性のない従来技術のデザインの思想とは対立するものである。もう1つのデザインは、このような接触は、ベDESTALのフェースから上向きに伸びウエハのリム又はウエハの処理側の最外周縁と係合するように配置される三つのフィンガを含んでいる。レッジ又はテーパーが、フィンガの上チップで内向きに面してウエハをフィンガに対して調心させる。そのため、ウエハの処理側の中心部分は、ベDESTALの上方に懸下されたままとなっている。ベDESTALのフェースの中に反射光センサが具備され、ウエハがフィンガ上に配置されたときを検知する。

【0236】(移送ステーション支持体及び運動) 前述したように、また、図44の断面図に最もよく示されているように、移送ベDESTAL72と洗浄ベイズン76とは、機械ベース22のテーブルトップ23に対して、それぞれ独立に垂直方向に運動することができる。

【0237】ベイズンハウジング78は、テーブルトップ23の上部に固定されたショルダー1714の開口1712の中を通過する。空気圧シリンダー1716が、洗浄ハウジング78の下端の側部に固定される。その出

力シャフト1718が、垂直上向きに伸びて、そのフット1720が、プレート1724を介してショルダー1714の底部に取り付けられるジョー1722の中に把持される。ベイズン空気圧シリンダー1716は、このように、ベイズンハウジング78及びテーブルトップ23に対して付随する要素の相対運動を与える。空気圧シリンダー1716はまた、ベDESTAL92を運動させるが、空気圧シリンダー1716により動かされる別々の運動手段は、ベイズンハウジング78と独立にベDESTAL92を運動させる。ここで図示されている垂直レールは、シュラウド1714に取り付けられており、ベイズンハウジング78に取り付けられているハンド(図示せず)はレールと係合し、ベイズン空気圧シリンダー1716により垂直方向に動かしたときの、ベイズンハウジングに対する横方向安定性を提供する。

【0238】ベイズンハウジング78の底部内側リップ1726は、ベイズンハウジング78の中で上向きに伸びる支持スリーブ772の底部を支持している。2つの円筒状ターサイトブッシング1728及び1730が、支持スリーブ772とベDESTALコラム79との間に介在して、これを横方向に支持しつつ垂直方向に自由にガイドしている。上ブッシング1728は、スリーブ772にねじ止めされているカラー1732によって、支持スリーブに対し下向きに押圧される。下ブッシング1730だけが、支持スリーブ772の下端に隣接しており、これに対し、また、ベDESTAL支持コラム79に対し、下カラー760によって保持されている。ボルト(図示せず)1組が、下カラー760及びベイズンハウジング78の下リップ1726を貫通し、支持スリーブ772の下端の中にねじ込められて、ベイズンハウジング78と支持スリーブ772とを強く接合する。前述のように、フォーク組立体74のそれぞれが、支持スリーブ772の下端でウィング770を貫通するシャフト769上を旋回する。

【0239】ベDESTALコラム79及び即ちベDESTAL72が、図46の斜視図で更に示されるように、3つのレッジを有するスパイダー1740により、ベイズンハウジング78の底部に運動可能な状態で保持されている。スパイダー1740は、図44Aの拡大断面図に示されるように、リング1742によりベDESTALコラムに強く保持され、くさび型のスペーサー1743はそれらの間に配置され、これら全ては、下側テーパーエッジを有する管状リング1744の中に配置される。軸方向の圧縮力により、リング1742がスパイダー1740、くさび型スペーサー1743及びベDESTALコラム79と弾性的に接触するため、これらが一緒に固定される。カラー1746の上にあるリップは、スパイダー1740に対してねじ止めすることによりバイアスが与えられ、リング1742をそれぞれのテーパーのとがった点に強制して、ベDESTALコラム79を放射方向に

係合せ、これらとのあらゆる相対運動を防止する。

【0240】図44及び46Aに示されるように、スパイダー1740のそれぞれの脚1750は、その遠端ジョー構造体を有し、このジョー構造体は、下ジョー1752と、分枝する上ジョー1754とを有し、上ジョー1754の2つの歯の間にスリット1755を有している。スパイダー支持シャフト1756は、上ジョー1754の歯と歯の間を通過し、下ジョー1752と上ジョー1754との間に係合するフット1758をその下端に取り付けられて有している。

【0241】スパイダー支持シャフト1756は、空気圧シリンダー1760の垂直配向シャフトであり、ベイズンシャフトハウジング78の側部に取り付けられている。このように、ベデスタル空気圧シリンダー1760の作動により、ベデスタル72及びこれに支持されるウエハが、洗浄ベイズンに対して垂直に運動する。3つのガイドポスト1762が、スパイダー1740のアーム1750のプッシング1764を貫通する。ガイドポスト1762の上端は、ベイズンシャフトハウジング78に固定される図44の下カラー760に固定され、このため、スパイダー1740及び付随するウエハ72の運動の安定性を与える。上述の支持体及び運動機構は、3つの空気圧シリンダー1760を用いてベデスタルを移動させているが、この空気圧シリンダー1つだけを用いるように再設計を行うことは容易であろう。

【0242】(ウエハの移送ステーションへの搬送) 搬送システムからポリシングシステム20へのウエハ40の搬送において、図47Aに示されるように、洗浄ベイズン76及びこれに付随する要素が下げられて、実質的に垂直方向静的なウエハヘッド110から離し、ベデスタル72を適当に下げて、移送ロボットブレード38がその下側に付随しているウエハと共に、垂直静的なウエハヘッド110の下を通過しベデスタル72の上方を通過させることができる。ウエハブレード38が中心に配置されたとき、ベデスタル72を持ち上げ、その弾性表面722でウエハを柔らかく受容することができる。その後、ベデスタル72を下げ、ウエハブレード38を引っ込める。図示のように、ウエハ40が最初は調心がうまくいってなくてもよい。

【0243】ウエハの搬送においては、移送洗浄ベイズンシュラウド76及びその内側の部品を下げて、ウエハ移送ベデスタル72から遠ざけられる。ロボットブレード38は、ウエハ40を保持するその底部に真空チャック穴を有しており、ウエハ40をある地点に移動させ、洗浄ベイズン67の上方に伸びるベデスタル72の頂部の上方で下を向くようにウエハ40を配置させる。そして、ベデスタル72が持ち上げられ、ウエハ表面と接触するようになり、ウエハはロボットブレードから解放される。ベデスタルが下げられ、又は、ロボットブレードが僅かに持ち上げられ、ロボットブレード38がウエハ

ヘッド110とベデスタル72との間の位置から外向きに水平に回転するときウエハとロボットブレードとが接触しないようにしている。ウエハヘッド110及び洗浄ベイズンシュラウド76は、その後、持ち上げられ(図47B)、ウエハヘッド110の周縁を包囲する。

【0244】その後、図47Bに例示されるように、ベデスタル72をある程度持ち上げつつも、ベイズン76を実質的に持ち上げ、実質的に静的なウエハヘッド110とベデスタル72上に置かれたウエハ40とを包囲するようにする。この動作の間、ウエハ調心組立74が、その解放された、放射方向外向きの位置にある。ベイズンシュラウド76が持ち上げられてウエハ40がフォーク762の歯764に水平方向に調心されたとき、フォーク空気圧シリンダー774が作動して、ベデスタル72に支持されたウエハ40の周縁に接触しなければ、フォーク764の歯がベデスタル72の中心の方へと移動し近づく。フォーク764は、そのバンパー786がウエハヘッド110の外側に接触するまで、放射方向内向きに移動するだろう。この接触により、2つの歯のフォーク762が、フォーク旋回ポスト780の回りで周縁方向に調心する。図48A及び48Bに示されるように、更に放射方向内向きに移動することにより、ウエハヘッド110をベデスタル72の中心72aに調心させ、また、歯764により、ウエハ40の中心40aをベデスタル72の中心72aに調心させる。ウエハ40に最初に接触する歯764は、同じフォーク762の反対の歯764がウエハ40と接触するまで、踊るように旋回する。その後、2つの歯764は、図47Dに示されるように、既に概ね中心合せがされたウエハ40を別の2つのフォーク762の方へと押し、これは他の2つのフォーク組立体のバンパー786がウエハヘッド110に接触して停止するまで続けられる。ウエハ40がベデスタルに適正に調心されていれば、調心フォーク762及び歯764は、ウエハ40にかろうじて接触する程度でよい。

【0245】ウエハ40をウエハヘッド110に取り付けるためにベデスタル72の中心に調心することにより発生する押圧力は、調心フォーク762の6本の歯764のいくつかに分散される。フォーク762のそれぞれの押圧力は、ヨークを介してウエハ40上に2点で実質的に均等に配分される。ウエハ40がベデスタル72の中心の方へと移動すれば、スライド接触を要せずに旋回してウエハのエッジとの接触を維持するためのヨークの水平回転が自由であるため、ウエハを破壊し調心ジョーとウエハとの間の大きな面積の滑りに対する摩擦抵抗を分散させるような、ウエハエッジへの応力集中を低減する。このため、同じ力が小さな面積にかかったときに激しくなる局所的な変形による局所的な欠点の発生の可能性を低減する。調心ヨークを用いることにより、ウエハが押圧されてウエハヘッド110と調心されたときに、

ウエハの回転及び滑りが可能となる。

【0246】ウエハ40がウエハヘッド110と調心されれば、図47D及び26Cに示されるように、ウエハがウエハヘッド110の下部1110のリセス1115の下に配置されている。

【0247】その後、図47Eに示されるように、フォークアクチュエーター774により、フォーク組立体74を放射方向に引っ込める。そして、ベDESTAL72を上昇させ、ウエハヘッド110の下部1110のウエハ受容リセス1115の中までウエハ40を持ち上げる。ウエハ40は、ウエハ受容リセス1115の内主面に対してしっかりと押圧され、ウエハ40とウエハヘッド110との間の真空又は表面張力による付着力が、ベDESTAL72が下げられる前は確保される。構成によっては、ウエハヘッド110はウエハ受容リセス1115に真空ポートを有し、インターロックセンサにより真空ポートがウエハ40によりシールされたときを感知してもよい。これにより、ウエハ40がウエハヘッド110にしっかりと付着することが確保され、また、以前下からウエハ40を支持していたベDESTAL72を、ウエハヘッド110にウエハが適正に付着しないおそれなしに下降できることを確保する。そして、洗浄ベイズン76を下降させ、ウエハヘッド110及びいま付着しているウエハ40がポリシングのために回って次のポリシングステーションに至るよう準備ができています。

【0248】(ウエハクリーニング及び移送ステーションからの搬出) 図49A、48B及び49Cは、ウエハのポリシングが終了した後の、ウエハヘッドのフラッシュ洗浄及びウエハヘッド110からのウエハの取り出しを行っている操作の、横正面及び上面を表す。

【0249】図50A、50B及び50Cは、ベDESTAL72の中心での中心ノズル724の背後に配置されるチェックバルブ組立体1770の動作を示している。

【0250】図49Aは、ポリシングが終了した後の、洗浄ベイズン76に包囲されベDESTAL72の底側に面するウエハヘッド110に付着したままの、ポリシング後のウエハ40を示している。洗浄のジェット流の全てが作動し、即ち洗浄組立体77の3つの側の6本のノズル746及び754の全て及びベDESTAL72の表面のオフセットノズル726(以下に説明するチェックバルブのため中心ノズル724は除かれる)の全てが、脱イオン水又はその他の化学品溶液を、ウエハヘッド110の底部及び一部の側部並びにベDESTAL72の頂部全体から、活発にスプレーし、ポリシング中にウエハヘッド110及びウエハ40に集まりこれらに付着した粒子をクリーニングする。ウエハヘッド110の底部の全ての領域及び全ての隙間をフラッシュ洗浄してクリーニングするように、ウエハヘッド110はスプレーが作動中は回転可能である。洗浄ベイズン76にスプレーされた水は、中心ベイズン支持ハウジング78の中に排水され、

リサイクルされ、あるいは廃棄される。

【0251】3C3ウエハヘッド110"の外側と洗浄ベイズンシュラウド76のポーチルーフ74との間の約0.168"(4.3mm)の近接したクリアランスは、除去しなければ、水が、ベイズンシュラウド76から飛散し機械の他の領域の中に入る可能性を低減する。0.146"(3.7mm)まで狭くしたクリアランスが、バンパー786のロールとウエハヘッド110との間に存在していることを、注記するべきである。

【0252】50Aから理解されるように、チェックバルブ組立体1770は、その中心ノズル724の背後のベDESTAL72にねじ止めされるインサート1772を有している。ベDESTAL72の中心で中心ポート724に接続する垂直通路730と、横通路728との交点で、ブロック1774が、垂直通路730の底部のテーパー壁1778とそれとの間でバルブボール1776を把持している。図示の如く、ベDESTALコラム79の中心通路732から供給される加圧水が、ボール1776を垂直通路730のテーパー壁に対して強制するため、中心ポート724が遮蔽される。この遮蔽により、水の圧力を、ベDESTAL72の中心ではなく全面に配置されるポート726に均等に配分する。図50A~50Cのチェックバルブが適所にない場合は、スプレーしようとする水の大部分は大きな中心ノズル724から流出し、ベDESTAL72のその他の小さなオフセットノズル726にはほとんど供給されない。

【0253】図49A及びBは、搬出工程の次のステップを示している。ベDESTAL空気圧シリンダー1760がベDESTAL72を上昇させてウエハ40と接触させ、真空源が、ベDESTALコラム79の底部を介して流体通路728及び732までの経路まで通じるが、これらの流体通路728及び732は、直前は、オフセットスプレーポート726に水を供給していたものである。スプレーノズル724及び726は、ここでは、真空吸引ポートとして用いられる。ベDESTAL72の頂部の弾性膜722は、ウエハ40とベDESTAL72の頂部との間に緊密なシールを与える。真空ラインの中の圧力を下げ、真空シールがベDESTAL真空供給通路で感知されれば直ちに、ウエハヘッド110のウエハ受容リセス1115には、ウエハ40の背後に加圧ガスが供給され、ウエハヘッド110からウエハ40をより容易に解放できるようになる。こうしない場合は、ベDESTAL72への真空シールが、ウエハ40をウエハヘッド110へと保持するための真空力又はその他の付着力と競合しなければならなくなる。

【0254】図50Bでは、ベDESTAL72の中心ポート724でのチェックバルブ1770のボール1776が落ちてブロック1774の上で停止し、垂直通路730を解放し、ベDESTAL72の中心を含む大きな領域に真空を直接作用させることが可能であることに注意すべ

きである。

【0255】ベDESTAL72の頂部の真空によりウエハ40が把持された後、ベDESTALの真空が維持され、図49Cに示されるようにベDESTALは第2の洗浄の位置にまで下げられる。ウエハ40がウエハヘッド110に付着していた間にウエハの背面又はウエハの隣接部に捕捉されたスラリ又はその他の粒子は、いま露出され、洗浄組立体77のノズル746及び754が作動してウエハ40の背面全面及びウエハ受容リセス1115に水をスプレーし、全ての粒状物及びスラリ粒子をフラッシュ洗浄により取り除くことが可能となる。この第2の洗浄のステップの間、ウエハヘッド110が回転して、洗浄水を更に均等に与えることができるが、この洗浄水は第2の洗浄ステップでは、洗浄組立体77の側部の3つの位置から流出し、ベDESTAL72の頂部のポートからは流出しない。第2の洗浄の操作の間、ウエハベDESTAL72の頂部の流体ポート724及び726へと真空圧力が連続的に与えられ、ウエハの表面をフラッシュする水の力によるウエハ40の移動を防止する。図50Cでは、チェックバルブ1770のボール1776が開の位置にあるままであることに注意すべきである。ベDESTAL72上のウエハ40の第2の洗浄が終了すれば、ベイズン空気圧シリンダー1716によって洗浄ベイズン76を下げ、ベDESTAL空気圧シリンダー1760によって僅かなストロークだけベDESTAL72を下げて、ロボットブレード38の挿入(約0.25インチないし6mmが必要)を可能にする。そして、ベDESTAL72を上昇させて、ロボットブレード38がウエハ40の裏面に接触することを確保する。真空シールがロボットブレード38とウエハ40の裏面との間で検知されれば、ベDESTAL72の中の真空を解放し、真空力がウエハ40を保持しようとして競合しないようにする。そして、ベDESTAL72を下げ、ロボットブレード38を移動させて、ポリシングされたばかりのウエハを移送のためウエハカセット42へ配置させる。

【0256】(テーブルトップの構成)図52は、図2の52-52線での断面図であり、ブラーテン回転モーター232により回転されるブラーテン52上のウエハ(図示せず)をポリシングするウエハヘッド110aの位置を示し、また、種々の部品の相互の位置関係を示す。対向して配置されるウエハヘッド110cは、移送ステーション70に配置され、その位置では、ウエハヘッド110c及び付随するウエハがポリシングの後洗浄され、あるいは、ウエハが移送ステーション70に受容された後ウエハヘッド110cに搬入される。

【0257】移送洗浄ベイズンシュラウド76が下げられウエハヘッド110cから遠ざけられ、他のウエハヘッド1100がカルーセルハブ902に対して最上最内の位置に引っ込められたとき、カルーセル支持板906が、回転してウエハヘッド110を新たな位置に置く。

ステーション間の洗浄がない場合は、回転は90°である。ステーション間の線上を行う場合は、回転は典型的には45°である。

【0258】カルーセル支持板906は、中心ポストベアリング984を介して静的なスリーブ状の中心ポスト902に回転可能な状態で支持される。カルーセル駆動モーター986が、中心ポスト902により支持され、その出力側はハーモニックドライブ988、例えば前述のハーモニックドライブ供給者により入手可能なユニットサイズ65のもの等に接続する。ハーモニックドライブ988は、非常に高いトルク倍率を提供して、カルーセル支持板906を適正に、回転し且つ保持することが可能となる。

【0259】ハーモニックドライブ988は、ステーション間でウエハヘッド110組立体を回す回転速度を許容されるように与える。しかし、ウエハヘッド1100を、その半径方向の位置を変えながら回転するポリシングパッド54に係合させつつ、ウエハのポリシング及び移送のために特定の参照位置にカルーセル支持板906を正確に保持するには、このハーモニックドライブの静的な保持トルクは不十分である。

【0260】更にブレーキを与えるためには、図53の斜視図に例示するようなギアロックシステムをカルーセル駆動モーター986とハーモニックドライブ988(これら2つの間をつなぐ駆動シャフト990の上にある)との間に配置してもよい。シャフトギア991が、駆動シャフト990にしっかりと固定されている。太い第1の遊動ギア992が第1の遊動シャフト993に、回転可能な状態で且つ放射方向にしっかりと保持されている。太い第1の遊動ギア992の上部は常にシャフトギア991と係合している。細い第2の遊動ギア994が、第2の遊動シャフト995の上で自由に回転し、これが常に第1の遊動ギア992と、通常は第1の遊動ギア992の下部でシャフトギア991と係合する部分ではない他のところと係合する。しかし、第2の遊動ギアは、ギアのためのハウジングに固定された空気圧シリンダー996により、軸方向に並真空可能である。ロックしている空気圧シリンダー996が作動すれば、第2の遊動ギア994は第1の遊動ギア992の上部の方へスライドし、シャフトギア991とも係合する。この3つのギア991、992及び994の係合により、これらが移動することが防止される。第2の遊動シャフト993は、第2の遊動シャフト995と共に、駆動シャフト990の回転を防止するトルクアームを与える。

【0261】あるいは、又は、おそらく好ましくは、ディスクブレーキ組立体を用いてもよい。ローターディスクが990に取り付けられ、キャリバーがローターディスクの反対側に設置されるアームを有し、ブレーキパッドがディスクに面するアーム上にある。キャリバーが選

択的に空気圧シリンダーを閉じ、キャリバーアーム上のブレーキパッドがローターディスクの反対側を支え、更に回転することを防止する。

【0262】図52に戻れば、ウエハヘッド回転モーター及びその他の電気装置及びウエハヘッドシャフトの上端でのロータリーカップリング1042への流体ラインに対する配線は、その上部の配線開口998を通してカルーセルカバー908におよそ侵入する配線及びホースのバンドル997を介して通じている。この配線により、ウエハへの妨害を防止し、スラリ環境が配線／ホース開口998を介してカバーの中に侵入する可能性が低減される。カルーセル90の回転によっては、配線及び配管のバンドルがからまったり圧迫されたりすることはなく、何故なら、カルーセル90の回転は360°未満に制限され、例えば、4つのヘッド組立体の配置においては、4つの中間洗浄ステーション全てが用いられている場合は270°又は315°に制限される。続いて行われる処理の間、第1のウエハが第1のヘッドに搬送され、漸進的に90°回転して、搬送の位置から270°の第3のステーションに到達するまで、その後のステーションのそれぞれに至るまで回転する。次の回転のシーケンスでは、この第1のウエハをもう一度90°回転させて、搬送ステーションに戻すが、配線及び配管のからまりや圧迫を防止するため、進行方向（時計回り）に90°と等価な、反対方向（反時計回り）への270°の回転が行われて、上述の図5A～5F及び6A～6Dで説明したように、ウエハは移送／搬送の位置に戻される。このシーケンスで搬送しようとする第2のウエハ及び第3のウエハの前向きな進行は、機能上のシーケンスが同じのままであるが、ポリッシングステーション間で270°の逆回転により中断される。

【0263】（搬送装置の概説）図1の斜視図に例示されるように、また、前述の部分で簡潔に説明したように、搬送装置30は、ウエハカセット42を保持ステーション32と保持タブ34との間に移動させ、また、ウエハ40それぞれを、保持タブ34及びポリッシング装置20のカセット42間に移送する。これは、いま非常に詳細に説明した通りである。これらの移動の組合わせの両方とも、リスト組立体37により、並びに、一部は、オーバーヘッドトラック36から下がるアーム35により、行われる。

【0264】図54の部分断面図及び部分側面図に更に例示されるように、リスト組立体37は、ウエハブレード38を用いてウエハ40を移動させ、爪39を用いてカセット42を移動させる。このような様々な運動を行うために、アーム35がその垂直軸の回りに回転可能で且つこの垂直軸に沿って伸縮可能であり、リスト組立体37は水平軸の回りに回転可能であり且つこれ自身は水平面の回りに回転可能である。

【0265】図54の側面断面図に例示されるように、

アーム35は、オーバーヘッドトラック36から懸下しており、トラック36に沿って移動して、保持ステーション42と保持タブ34との間にカセットを移動できるようにし、また、個々のウエハ40を保持タブ34の中の様々な位置から、ウエハ40がポリッシング装置20へと搬送できるような位置にまで移動させることができるようにする。

【0266】搬送装置30の詳細の説明は、ブレード38及び爪39の説明から始めることにする。

【0267】（ブレード及び爪）図55の分解斜視図に例示されるように、リスト組立体37は、ハブ部分314を有する爪部分312と、そこから放射方向に伸びる爪39と、ブレードブラケット316とを有している。爪39は、図57の側面図に更に示されるように、2つの平行なフィンガ318と、爪39に垂直な2つのフィンガチップ320戸を有している。また、爪39の裏側には、ハブ部分314に面するナックルリッジ322を有している。

【0268】ブレード本体324が、皿穴平坦ねじによってブレードブラケット316の開リセスにねじ止めされ、ブレード本体324の一方の側がブレードブラケット316の側部と共にフラッシュ洗浄されるようにしている。ブレード本体324のフラッシュ側には、その遠端に略方形の真空リセス328が具備され、図56に最も良く示されるように、これは、開口330を介して真空チャンネル332に連通し、ブレード本体324に沿って軸方向に伸張する。開口330は、図60の底面図に更に示されるように、真空リセス328及び真空チャンネル332を、ブレード本体324の反対側からブレード本体324の厚さよりも大きな深さに開けることにより形成される。ここで、ブレード38の「底」とは、ウエハがポリッシング装置20に搬入出する際、ウエハ42を下側に真空保持するための真空リセス328を有する側をさす。

【0269】図56の上斜視図に示されるように、真空チャンネル332の周縁の周りに、包囲レッジ334が彫られている。このレッジ334には、インサート336がフィットして溶接され、真空チャンネル332をシールできるようにしている。しかし、インサート336は、その近端に貫通穴338を有し、真空源への真空ポートを与えている。図59の上面図には、ブレード本体324にフィットするインサート336の様子が示される。図55の下斜視図及び図58の側面図に示されるように、真空穴340が、ブレードブラケット316の裏側に開けられている。真空穴340の垂直端が、ブレードインサート336の貫通穴338の上にあることをシールしている。真空穴340の水平端は、真空ホース342のねじカップリングに接続している。このように、真空ホース342に与えられる真空を用いて、ウエハ40をブレード30にチャックすることが可能となる。こ



の真空によるチャック作用を用いて、垂直に配向するウエハをカセット42から取り出すことと、ブレード38の下側にウエハ40を水平に保持することの両方を行う。ブレード38は、その基板裏側でウエハ40を真空チャックし、その処理側には部分的に形成された回路が妨害されないようにしている。このように、処理側への機械的なダメージが防止される。ブレード38がウエハ40のチャックを離し、その処理側、移送ステーション70のベDESTAL72の柔らかい弾性体表面722に下ろす。真空によるチャック作用が、保持タブ38の液体中で行われることもあるため、真空の供給は、前述のような、正の空気圧により圧力が与えられた正の液体又は流体の圧力源から負のエア圧を発生させる種類の真空ジェネレータ343によってなされる。前述の如く、このような真空ジェネレータにより、真空が液体に引かれたときに、主ないしハウス真空源の汚染が防止される。真空ジェネレータ343は、リスト37の側部でホイールハウジング344に固定されている。また、真空ホース342に接続するエア圧センサー345もそこに取り付けられ、ホース342の中の圧力を感知する。これは、真空チャックがウエハをチャックしているときを感知するには特に有効である。

【0270】図61の斜視図に示されるように、爪39及びブレード38は、爪39のハブ部分312をギア組立体のギアにねじ止めすることにより、リスト37と一緒に組み立てられるが、このギア組立体は、回転可能及び並進可能な状態でアーム35に支持されるウォームホイールハウジング344の中に回転可能な状態で支持されている。

【0271】図57の側面図に示されるように、ウォームホイール346が爪39及びブレード38に固定され、これが外側リセスボールベアリング組立体348上に回転可能な状態で保持され、この組立体348の内側レースはウォームホイールハウジング344に固定されるシャフト350に固定され、外側レースはウォームホイールハウジング344に固定されている。図57の側面図及び図61の上面断面図に示されるように、アーム35から垂直に下がるウォームギア352は、ウォームホイール346に係合する。ウォームギア352が回れば、ブレード38及び爪39がウォームホイール346のシャフト350の周りで垂直平面内を回転する。詳細は後述するが、この回転を用いて、(1)ブレード38及び爪39をこれらの動作位置から交換させることと、(2)かつてブレード38上にあったウエハ40を、カセット42内でのこれらの垂直配向と水平配向との間でポリッシングステーション20への提出のために回転することと、(3)カセット42から爪39を外すこととが、行われる。

【0272】(トラック及びアーム)ここでは、説明をオーバーヘッドトラック36及びこれを支えるアーム3

5に戻すことにする。アーム35は、カセット42とこれに収容されるウエハ40との間に水平に移動し、リスト組立体37を支持し、回転し、垂直に移動させる。

【0273】図1に示されるオーバーヘッドトラック36は、保護カバー360によりカバーされる。ベルトモーター361が一方の端部から突き出ているが、モーター361は、別の端部にある方が有利である。

【0274】キャリッジ362は、アーム35を回転可能な状態で支持しており、これは、図62の斜視図に更に示されるように、スライダ364にボルト止めされ、このスライダ364は、オーバーヘッドトラック36に沿って直線状に伸びる側レール366により、一方の側にスライド可能な状態で水平に支持されている。レール366は、ボックスビーム368の側部に固定されており、このボックスビーム368は、オーバーヘッドトラック36のための主な支持部材を形成する。スライダ364の頂部に固定されるカンチレバークラケット370は、ボックスビーム368の上方に伸び、それ自身を2つの接続点により駆動ベルト372に固定する。駆動ベルト372はその内側に歯を有しており、歯を有する2つのシーブ374及び376を包囲する。第1のシーブ374は、図63の端斜視図に例示されるように、ボックスビーム368の一方の側に回転可能な状態で支持されたシャフトに取り付けられている。第2のシーブ376は同様に、ボックスビーム368の同じ側に、自由に回転できる態様で支持される。シーブ374及び376に隣接するボックスチャンネル368の両方の端部は、上部に切込み380を有し、この切込み380を貫通してシーブ374及び376が突出しているため、駆動ベルト372の上部が、ボックスビーム368の外側に導かれ、底部が、ボックスビーム368の内側に導かれる。

【0275】図62及び63の斜視図並びに図64の切断上面図に例示されるように、チャンネルクロージングベルト380は、2つの自由に回転するキャプスタン382の周囲に包囲され、キャプスタン382は駆動ベルトシーブ374及び376のシャフト378の下の位置でボックスチャンネル368の側壁に装着されるシャフト384の周りを回転する。チャンネルクロージングベルト380の中心のリッジ385が、キャプスタン382内の対応するグループ385aと咬み合い、水平スライダ364が端部から端部へと移動した際のベルト380の調心を維持する。

【0276】チャンネルクロージングベルト380の端部は、アーム35及びリスト組立体37にほぼ対応するレール366からの距離のところで、キャリッジ362の底部に固定される。チャンネルクロージングベルト380はこのようにスライドするシールを与え、このシールは、保護カバー360の底部を閉じて、粒子がハウジングの内側から出て処理しようとするウエハの上に落ち

たりスラリが機械を汚染したりすることを防止する。

【0277】図62の斜視図に示される種々の部品387a、387b及び388は、トラック36に沿って長手方向に伸び、更に支持及びカバーをする。例示されるように、下コーナー部分388及びカバー360により、開長手方向スロット389が与えられ、アーム35が、キャリッジ362から下がっているときは、このスロット389に沿ってスライドする。しかし、スロット389のため、ポリシング粒子が上向きに移動してデリケートなトラック36の機械要素及びキャリッジ362の中に入り込むようになり、また更に、機械的な粒子が下向きにウエハまで通過してこれらを汚染してしまう。チャンネルクロージングベルト380により、キャリッジ362が一方の端部から他方の端部へと移動する際にキャリッジ362を安定化させる機能に加えて、カバー360内部からの粒状物及び粒子がウエハ42に落ちる事を防止する機能と、更に機械部品をスラリから保護する機能とを有している。

【0278】駆動ベルト372に対する自由回転シープ376のためのシャフト378と、チャンネルクロージングベルト380に対するキャプスタン382の一方のためのシャフト384との双方が、壁の長手方向伸張スロットに設置されるフランジによりボックスチャンネル壁のそれぞれに装着されている。フランジのそれぞれは、それ自身と各スロットの外側に配置されるアンカーポストとの間のねじ止めカップリングにより選択的にバイアス力が与えられる。このように、それぞれのベルト372又は380に選択的に張力が与えられる。

【0279】図65の軸断面図に最も良く示されるように、キャリッジ362は円形ベアリング組立体390の外側レースを把持し、他方、カラー394のフランジ392は内側レースを把持する。水平なウォームホイール396が、カラー394によりこの上方に支持される。図64の垂直面図に更に示されるように、ウォームギア386がウォームホイール396に係合してアーム35及びリスト組立体37を、アーム35の垂直軸の周りで水平面内に回転させる。

【0280】図62の斜視図及び図54の側断面図の両方で示されるように、アームC部分392の平坦なヘッド板390は、キャリッジ362により回転可能な状態で支持されるカラー392の底部に、ボルト止めされている。アームカバー394は、使用中はアーム35を包囲する。

【0281】アーム35の伸縮の様子は、図54及び65の長手方向図及び側面図に示されるウォームモーター1300によって、制御される。これは、キャリッジ362の中に装着され、その垂直配向出力シャフトがウォームギア1302に接続し、ウォームギア1302は下向きに、カラー394の中及びアームC部分のヘッド板397の中を通り、アーム35の中に至る。垂直に下が

るウォーム1302は、Lブラケット1306の上部の中での移動ウォームナット1304に係合する。図61の斜視図に最も良く示されるように、Lブラケット1306は、C部分392の垂直部分1310に固定された垂直リニアベアリングレール1308に係合するリニアベアリングダブルテールグループを有している。ウォームドライブ1300、1302、1304は、約10<sup>1/2</sup>インチ(27cm)の垂直方向の移動ができ、この長さ、8インチ(200mm)のウエハ40をカセット42から操作して、テーブルトップ23の上に配置されるベDESTAL75の上部に配置するに十分である。

【0282】図54の側面図及び図61の斜視図に示されるように、モーター1314は、Lブラケット1306のフット1316の上に装着される。出力シャフト1318は、フット1316の中を支持コラム1320の中央通路に沿って通過する。ハーフカラー1322が2つ、図57の側面図及び図61の斜視図に示されるように、支持コラム1320の環状リセスの中にフィットし、ウォームホイールハウジング344の中にねじ止めされ、支持コラム1320をアーム35の底部でウォームホイールハウジング344に固定する。出力シャフト1318は、ウォームホイールハウジング344の中を貫通し、その下端に、ウォームホイール346に係合しブレード38及び爪39を回すウォームギア352を有している。

【0283】このように、モーター1314による回転により、ブレード38及び爪39が垂直平面内に回転し、モーター384による回転により、これらが水平面内に回転し、モーター1300による回転によりこれらが垂直に並進し、モーター361による回転により、これらが水平に並進し、全部で4つの運動をさせる。

【0284】図61の斜視図に示されるように、中空のトロンボーン1324が、ウォームホイールハウジング344の耳1326に固定され、C部分398のフット1310の中をアーム35の内側まで垂直部分1310に平行にスライドする。トロンボーン1324は、負圧空気圧ライン342(又は局所真空ジェネレータを用いる場合は正圧ライン)及びリスト組立体37のシャフト350に沿って導かれブレード38及び爪39の絶対的な角度位置を感知するための電気ラインを内包する。

【0285】種々のモーター及びロボットブレードへの配線及び配管は、図62のトラックカバー360の正面の後ろでこれと平行に配置される鎖状ローリングワイヤトレイ(図示せず)を介する経路が与えられる。このローリングワイヤトレイの端部はトラフに固定され、この中にトレイの固定端がある。このトラフは、トラックカバー360を支持するブラケット上に支持される。配線及び配管は、ローリングワイヤトレイに結合され、フレキシブルなローリングワイヤトレイは、キャリッジ362に近付く前にCベンドを作り、ワイヤトレイの他方の

端部はキャリッジ362に固定される。ローリングワイヤトレの第2の端部は、キャリッジ362がオーバーヘッドトラック36に沿って移動した時にこれを追いかける。そして、配線及び配管は、キャリッジ362内のウォーム駆動モーター1300の周囲を通り、キャリッジ362と懸下アーム35との間の図65の回転カラー394の周りのフランジボルトとフランジボルトとの間に介する1つ以上の開口を介して、懸下アーム35に至る。配線又は配管が接続される部品の回転は、プラスマイナス約180°の範囲の回転におよそ制限されるため、配線や配管をからませることなく、この範囲内での前進後退運動により、ウエハの操作に必要な全ての角度を実現することができる。

【0286】(保持タブ) 保持タブ34の詳細が、図67の軸断面図に示される。タブ34自身は一体のものであり、好ましくはポリプロピレン又はその他のウエハカセットに用いる種類のプラスチック材料である。これは、略方形の外壁1430と、同じ形状の内側堰1432とを有しており、内側堰1432は、捕捉ベイزن1434により外壁から分離され、外壁1430の上部1440の下にチップ1438を有する外下向きテーパー付き上部1436を有している。浴302が、内側堰1432の中のベイزنの中に充填され、捕捉ベイزن1434の中にオーバーフローするまで堰1432のチップまで充填される。

【0287】多数のウエハ40をそのスロットリッジ430の中に保持する1つ以上のカセットー4つが好ましい数であるーが、タブ34の中に搬送される。堰1432の頂部1438に、タブ34内に保持されるウエハの頂部よりも上になるような位置が与えられ、図68の側正面図に示されるように、これは、堰1432の壁の中を横断して伸びる、先端が切られた逆三角形の一連のチャンネル1438を有している。チャンネル1438は、ウエハ40の頂部の上である浴302の予定頂部レベルの僅か下に底部1439を有し、これらの底部は、チャンネル1438の平均幅よりも実質的に短い幅を有している。底部1439の限られた幅の中を流れることができる液体の量が限られているため、浴302のレベルは、典型的には、このレベルより実質的に上に上昇する。この上昇は、チャンネル1438間での非均一性又は高さの差を克服するに十分であり、このため、浴302がチャンネル1438の2~3本だけを介して排するされることが防止される。

【0288】カセット42のそれぞれは脚1442を有しており、脚1442は、タブ34の底部1446に固定された2つのレール1444により横方向に調心され、レール1444から外向きに伸びる3組のピン1448によって保持される。図69に示されるように、この3組のピン1448は、レール1440に沿って垂直方向にずれるように配置され、カセット42を必要な角

度3°で支持するようにしている。この傾斜角は好ましいと思われるが、10°まで、場合により15°までの角度によれば、ウエハ40を実質的に垂直にしつつ特定の位置及び角度に保持することに同様に有効であろう。カセット脚1442のエッジ1450は、レール1440から伸びる1組の調心ピン1452により横方向に調心され、カセット脚1442の下向き配置エッジと係合する。

【0289】タブ34のベイズンは、その底部にドレイン穴1454を有し、供給管1456が、タブ34の底部コーナーでレール1440に沿って長手方向に伸びる。供給管1456に沿った底部コーナーはカーブしており、材料1457が鋭いコーナーに充填され、このコーナーへの粒子の蓄積を防止する。供給管1456は、ベイズンの中心に向かう方向が与えられたノズル穴1458数個と、タブ底部1446の下方に貫通する供給通路1460とを有している。捕捉ベイズン1434は、その底部にオーバーフロードレイン1460を有し、堰1438をオーバーフローする浴水302を排水する。流体レベルセンサー1464が外壁1430に固定され、堰1432の頂部1438の地点及びこの下数インチの地点の浴302のレベルを感知する。

【0290】タブ底部1446の下方には配管が配置され、その構成は所望のプロセス、例えば連続オーバーフロー、再循環、又は連続排水等に依拠する。図67に示される典型的な構成は、供給流入口1466を通り3方バルブ1468を介してポンプ1470に供給される新鮮な浴水を有しており、このポンプ1470は浴水を、フィルター1471を介して長手供給管1456へ輸送し、そこからベイズンの中へと輸送する。レベルセンサー1464により、ベイズンがオーバーフローするまで充填された、即ち、堰1436の頂部1438に至ったことを感知したとき、3方バルブ1468を切り換えて、オーバーフローした水を、オーバーフロードレイン1460から排水を行う捕捉ベイズン1434の中へと再循環させる。ドレインポンプ1472を作動して底部ドレイン1454から浴水をタブドレイン1474へと選択的に輸送することにより、定期的にベイズンを排水させ、その後、上述の如く、ベイズンを供給流入口1466により再充填する。あるいは、更に頻繁なペースで、ベイズンを部分的に空にした後、新鮮な浴水で満たす。ドレインポンプ1472は、オペレータがカセット42をマニュアルでタブ34から持ち上げるとことが望ましい場合に更に有用である。浴302は腐食性である場合もあるため、そのレベルを一時的に下げて、オペレータがカセット42の上部を掴むことができるようにする。その後、ベイズンを再充填すればよい。

【0291】その他の配管の構成も可能である。再循環を確保するため、再循環ポンプ1470は、ベイズンドレイン1454に接続する流入口を有していてもよい。

再循環が望ましくない場合は、捕捉ベイズン1434を外に排水し、長手供給管1458に新鮮な浴水のみを供給すればよい。

【0292】このタブ34は、少なくとも2つの方法を向上させることが可能である。第1は、捕捉ベイズン1434は狭く深く、クリーニングを困難にしている。均等に効果的な捕捉ベイズンは、堰1432の外側且つ真下に配置される、比較的浅いハンギングのチャンネルである。第2に、多孔質の水平板をカセット42の底部とドレイン穴1454との間に配置させたときに、再循環の流れが更に均一となり予測可能になって、ポンプ1472がタブ34のより広い領域から浴液体を引っ張ることができる。

【0293】(搬送装置の動作) 搬送装置30の動作を、以下に説明する。図1の斜視図及び図66の端面図に非常に概略的に例示するように、搬送装置は、同じ装備で2つの機能を実行する。

【0294】第1に、ウエハブレード38が、オーバーヘッドトラック36に依存してアーム35と協働で、保持タブ34に充填された浴302の中に保管されている多数のウエハカセット42から個々のウエハ40を搬送することである。カセット42のそれぞれは、カセット42の対向する垂直壁に形成された浅い垂直スロットにより、略垂直の配向で多数のウエハ40を保持して、ウエハ42の対向する2つのエッジが対向する2つのスロットに把持されるようにする(図67及び71A参照)。カセット42は、例えばブルオロウエア社から市販されている。これは典型的には、ウエハ40を傷つけないように、また用いる液体に化学的に不活性であるように、ポリプロピレン又はPVDFプラスチックで形成されている。浴302は、脱イオン水等の液体で構成されており、付着したスラリがウエハ上で硬くなる事を防止する。また、メタル層のCMPを行う際に、酸化されてしまう新しいメタル表面をこの浴が保護をする。保持タブ34を1つだけが例示されこれを詳細に説明してきたが、多数の保持タブを用いてもよく、特に、1つをポリシングしていないウエハをポリシング装置20へ搬入するため、そして1つをポリシング済みのウエハをそこから搬出するために用いてもよい。

【0295】第2に、爪39は、アーム35と協働で、カセット42全体を、オーバーヘッドトラック36の長手方向に沿って、保持タブ34と保持ステーション32の間で移送する。オペレータ又は自動移送装置が、ポリシングしようとするウエハ40で満杯となっているカセット42を、保持ステーション32の正確にインデックスされた位置に配置させ、また、ポリシング済みのウエハ40で満杯のカセット42をそこから取り出す。しかし、更に自動化することも可能であり、これには特にポリシング後のクリーニングのステップが挙げられる。

【0296】(ウエハの搬送) 図70A、70B、70

C、70D及び70Eは、概略的な斜視図であり、保持タブ34(明確さの理由で、これらの図面には示していない)の中に配置される数個のカセット42のうちの1つをロボットブレード38が取りあげて、ポリシング装置20の機械ベース22の頂部にある移送ステーション70の上に載せる、搬送の操作のシーケンスを示すものである。ウエハ40を移送ステーション70から移送してカセット42へと戻す搬出の操作は、ここに例示するシーケンスと反対で行われる。

【0297】これらの操作のシーケンスを行っている間、移送ステーション70のベイズンシュラウド76は、機械ベース22の中で下向きに引っ込められ、少なくとも実際のウエハ移送の間は、移送ベDESTAL72が上に持ち上がり、機械ベース22のテーブルトップ23及びシュラウド76の頂部の両方の上に突き出る。また、この一連の操作の間、カルーセル支持板906のアームの1つが移送ステーション70の上に配置され、ウエハヘッドシステム100(図示せず)が、移送ベDESTAL72の上にあるカルーセル支持板906のスロット910の中に配置される。図9のウエハヘッド100の最下の部材、即ちフローター部材1112が、ウエハヘッド110のボール部材1110の内部に上向きに引き込まられれば、移送ベDESTAL72の頂部とフローター部材1112との間には、ウエハブレード82と操作しようとするこれに付随したウエハ40のための十分なクリアランスが存在することになる。この要求は厳しいものであるが、ウエハヘッドシステム100の垂直ストロークが短いため、システムの設計が単純になり、カルーセル90の質量も低減される。また、移送の操作中に、ウエハヘッドシステム100の1つが移送ステーション70の上に配置されるため、移送及び洗浄の操作中も他の3つのウエハヘッドシステムでポリシングを継続できるため、システムのスループットが向上する。

【0298】図70Aに例示されるように、搬送の操作の始めとして、アーム35をオーバーヘッドトラック36に沿って直線的に移動させて、下向きに配向するブレード38が、選択したカセット42内の選択したウエハ40の上に配置される。前述のように、搬入出の操作中は、カセット42は保持タブ34内に浸漬されている。保持タブ34内のカセット42が、垂直から約3°の傾斜420で支持されている。ウエハ40のデバイスの側が、図67及び71Aで例示される、カセット42の中でウエハを直立で保持するスロットリッジ430から、僅かに上向きに離れて面しているような、配向になっている。オーバーヘッドトラック36に沿ったアーム35の正確な線上の位置を制御して、ウエハブレード38を選択されたウエハ40の基板側の上に、そのウエハとこれに隣接するウエハ又はカセット壁との間に入れてフィットさせ、ブレード38の真空リセス328を基板側と平行に且つこれと面するようにする。このブレード38

101

の略下向きの配向が、保管されているウエハ40との平行から3°ずれていることが必須であるため、爪39を妨害なく略水平な位置に置くことができる。

【0299】そして、アーム35を垂直から僅かにずれた方向に沿って浴302の中に下げ、図70Bに例示されるように、ウエハ40をウエハブレード38上に大まかに調心する。この傾斜経路は、座標的な運動を必要とする。ブレード38の真空リセス328に真空を与え、他方、これはウエハから分離したままである。そして、アーム35をがブレードを、選択したウエハ40の方へとゆっくりと動かす。図58の真空センサーにより真空が感知されたときは、ウエハは既に真空チャックされており、アーム35の直線上の移動が停止する。浴液の一部が接触前に吸引されているものの、ウエハ40が一旦チャックされれば、漏洩はほとんどなく、あったとしても真空ジェネレータ343により吸収される。

【0300】真空チャック操作が完了した後、図70Cに示されるように、アーム35がウエハブレードを3°のずれて垂直上向きに引き上げる。一旦ウエハ40がカセット42及び浴302から取り出されれば、リスト組立体37がウエハブレード38を水平軸の周りに図70Dの位置まで回し、そこでは、ブレード38はウエハ40をその下側で真空により保持し、その処理側は下向きになっている。このウエハブレード38の配向は、爪39を垂直上向きにアーム35の近くに配置させ、カルーセル90又はテーブルトップを含む機械ベース22の何れかを妨害しないようにする。また、ウエハ40がカセット42及び浴302から取り出された後、アーム35を水平にオーバーヘッドトラック36に沿って移動させて、クリーンルーム壁に開いたスライドドアを介して移送ステーション70へ上へ搬送するための適正な位置へ、ブレード38及びこれに付随するウエハ40を運ぶ。アーム35の上昇、回転及び直線の運動は、ウエハ40が一旦浴302の上方にきたときと同時に行われる。

【0301】ウエハブレード38及びこれに付随するウエハ40は、水平の配向で、垂直方向及びオーバーヘッドトラック36に沿った直線方向には適正な位置が与えられ、アーム35はウエハブレード38を垂直軸の周りに回転させて、ウエハ40をスライドドアの開口を介して移動させ、図70Eに示されるように、それを移送ベDESTAL72の真上且つ懸下するウエハヘッドシステム100の下に配置させる。移送ベDESTAL72を上昇させて、その弾性体表面722にウエハ40の処理側を係合ないし略係合させる。真空リセス328の真空を解放することにより、ウエハ40はウエハブレード38からチャック解放され、移送ベDESTAL72の上部のポート724及び726に真空を与えることにより移送ベDESTAL72上に再びチャックされる。ウエハ40がベDESTAL72上に一旦チャックされれば、これは下げられ、

102

アーム35がいまは何も有していないウエハブレード38を水平に回して移送ステーション70及び機械ベース22から遠ざけ、ウエハ搬送の操作が終了する。その後、移送ステーション70は、3つの爪組立体72を用いて、ウエハ40を移送ベDESTAL72の表面上に調心する。

【0302】典型的には、その後、搬送装置30は他のウエハを、ポリシング、カルーセル回転及び洗浄の後、上述の搬入とはほぼ逆の一連の操作によってポリシング装置20から搬出する準備をする。しかし、ウエハ40を保持タブ34内のカルーセル42に戻す際に、ブレード38の下向きの運動を、ウエハ40の底部がと係合すると予想される地点から1センチ程上に、ウエハ40がカルーセル42の側スロット430に係合する前に、停止させることが推奨される。この地点では、ウエハ40は、ブレード38の真空リセス328からチャックを解放されるべきであり、残りの距離を落ちるままにしておくべきである。ウエハ40をブレード38上への調心あるいはタブ中でのカセット42の調心を達成することは、非常に困難である。ウエハ40がカセット42を叩くようになり、他方で重量のある移動するロボットアーム35に真空チャックされたままであれば、衝突によりウエハを破壊しあるいは少なくともダメージを与えてしまうだろう。

【0303】(カセットの搬送) 搬送装置30は、保持ステーション32と保持タブ34との間でカセット42を移送することにも用いられる。アーム35の底部でリスト組立体に取り付けられている爪39は、この動きに有効であるように設計される。

【0304】図71A、71B及び71Cの正面図で部分的にだとなっている図に例示されているように、爪39が、アーム35の下端から回り、アーム35から垂直下向きに下がるまで回る。そして、これはカセット42の側方に配置され、また、200mmウエハに対しては、これはカセット42の長手方向側部424から伸びるクローズドハンドル422を有している。図71Aに示されるように、ナックルリッジ322がカセット42のハンドル422の背面426の内側を通過するように、爪39が配置される。そして、図71Bに示されるように、爪39が水平に移動してカセット42から遠ざかり、ナックルリッジ322がハンドル422の背面426の下になるようにする。そして、図71Cに示されるようにアーム35が更に垂直に爪39を持ち上げ、ナックルリッジ39がウエハカセット42に取り付けられたハンドル422の背面426の底部に係合するようにする。爪39が背面426及びカセット42のその側を更に上昇させ、カセットが傾き下側が爪39のフィンガチップ320と係合するようにする。カセット42の回転は、ナックルリッジ39及びフィンガチップ320がカセット42をしっかりと掴むに十分な程度に、制限さ

れる。これを越えて回転をすれば、混んでいるタブ34の中の隣り合うカセット42同士がぶつかる危険が生じる。この構成では、爪39がカセット42及びそのウエハ40を支持し、これらを、オーバーヘッドトラック36の長手方向のあらゆる位置に移動させることが可能である。例示の如く、ウエハブレード38を、水平位置で爪39の動作を妨害しない位置まで回転させる。

【0305】カセット42を爪39から搬出させるに、は、アーム35がカセット42を下ベアリング面に対して下げることにより実現され、このとき、アーム35が爪39をカセット39から外向きに移動させたとき、カセット42により、そのハンドル422の背面426を、爪39の背面でリッジナックル32から傾斜を直し係合を外すようにする。爪39を僅かに内向きに動かすことにより、これをハンドル422の背面426から取り出し、爪がカセット42から垂直上向きに引き込められ、カセット42を保持ステーション32又は保持タブ34内に残すようにする。

【0306】図71A、71B及び71Cも、カセットの内側の底壁432及び2つの側壁に形成されウエハ40に係合しこれを調心する、スロットリッジ430を示している。本発明に用いられるウエハカセットのタイプの1つでは、カセットの最も底の部分が開き、ウエハ40をカセット42の脚1442の上に懸下する。このカセットでは、スロットリッジ430は、2つの45°に配向した底壁及び2つの対向する側壁に形成される。

【0307】図72A、72B及び72Cは、ウエハカセット42の動きを示す正面図であり、これらは、ウエハカセットがポリシング装置20に隣接する保持タブ34の中の位置（この位置から、これらカセット42からのウエハ40が容易に上昇し回転してポリシング装置20に搬入出される）と、離れた保持ステーション32での位置との間を動くときの様子を示す。カセット42により、離れた保持ステーション32では、ポリシングしようとするウエハ40が前の処理のステップから受容されたときに移動させ、及び／又は、カセット42内の既にポリシング済みのウエハをその後の処理のステップに送る。

【0308】カセット42の動きの例を説明する。図72Aに示されるように、リスト組立体37を回転させ、カセットの動きの経路の上方且つおよそこれと外れて水平に配置されるウエハブレード38に対して、爪39が下を向いて面するような配向に、爪39を配置させる。

【0309】アーム35は、オーバーヘッドトラック36に沿って直線上に配置され、その爪39がカセットハンドル422の中を通過して、その背面426と動かそうとするカセット42の側壁424との間を通過するようにする。

【0310】図72Bに示されるように、アーム35は、爪39を必要なずれ角で下向きに垂直方向にずらし

て、図71A、71B及び71Cのプロセスに示されるように、カセット#1のハンドル422に係合させる。アーム35及びこれについている爪39が、カセットを保持タブ34の中の第1の位置1'から上に上げて、図72Cに示されるように、離れたカセット保持ステーション32の上に載せる。保持ステーション32における載せるステップは、前述のように、保持タブ34での上昇のステップの逆である。

【0311】カセット42が保持ステーション32に載せられたら直ちに、オペレータはマニュアルでこれを取り除いてスラリが固化し又はメタルが酸化することを防止し、すぐ後にポリシングしていないウエハのカセットと取り替えることが、期待される。他方、移送アーム35がウエハ40を保持タブ34とポリシング装置20の移送ステーション70との間に移送することが可能である。オペレータがポリシングしていないウエハ40のカセット42を保持ステーションに置いて適当な時間の後、図72A、72B及び72Cに示されるとは逆の一連の動作により、移送アーム35がこのカセットを保持ステーション32から保持タブ34の中へと移動させる。

【0312】保持ステーション32と保持タブ34との間を移動するカセット42は、ウエハで満杯になっていてもよく、又は、空でもよく、ポリシングしていないウエハが、未ポリシングウエハで満杯のカセットから空のウエハ受容カセットへ移送されてもよく、あるいは、いわゆる当業者に想到されるような別の方法に従ってもよい。

【0313】好ましい具体例では単一の保持ステーション32について説明してきたが、多数の保持ステーションも可能である。特に、1つの保持ステーションを未ポリシングウエハに利用し、別の保持ステーションをポリシング済みのウエハに利用して、ポリシング済みのウエハと未ポリシングのウエハに、別々の保持タブを利用してきるようにしてもよい。ここに例示した保持ステーションは単一のカセットに関するものであったが、長時間の保管に対するウエハ処理の問題を解決することができれば、多数のカセットを用いてもよい。更に、別々の保持ステーションをポリシングステーションの別々の側に配置してもよい。

【0314】上述のポリシングシステムは複雑なものであり、多数の新規な特徴を有している。これらの特徴の多くは、それ自身でインヴェンティヴであり、ウエハポリシング以外の用途にも使用できるものである。

【0315】ここに説明したシステムでは、4つのウエハヘッドと、3つのポリシングステーションと、1つの移送ステーションを有しているが、これらの要素がこれよりも少なかったり多かったりする他の構成によっても、本発明の利点を楽しむことができる。

【0316】半導体ウエハのポリシングについてシステ

ムの説明をしてきたが、ここでのウエハなる語は、ポリシングに必要な少なくとも1つの側に平坦な面を有しているあらゆるワークピースという、より広い意味に用いることができる。特に、ガラス及びセラミックの基板及びパネルは、ここで説明した発明を用いてポリシングすることが可能である。ウエハヘッドが非円形ワークピースに受容することに適合できれば、ワークピースは実質的に円形である必要はない。

【0317】このように、本発明により、ポリシングしようとする基板の高いスループットを有するポリシングの方法及び装置を提供するものである。この装置の比較的単純なデザインは、機械的に堅固であり、比較的小さな床面積しか占有しないものである。このポリシング装置は、ほぼ完全に自動化することが可能であり、保守及び交換が容易である。このデザインの利点は、ポリシング以外の技術分野にも適用可能な数々の新規な機械部品によって実現される。

【0318】本発明を、特定の具体例に関して説明してきたが、いわゆる当業者には、本発明の本質及び範囲から離れることなく、形態及び詳細部の変更を行うことが可能であることが認識されるだろう。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従った装置の斜視図である。

【図2】図1のポリシング装置の分解図であり、上ハウジングとそのメカニズムを、下ハウジングとそのメカニズムと別々に表した図である。

【図3】グレーディングが研磨速度を経時的に低下させる事を模式的に例示するグラフである。

【図4】回転中のウエハ及び回転中のパッドの領域での研磨速度の変化を例示する図である。

【図5A】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図5B】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図5C】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図5D】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図5E】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図5F】ウエハの漸次的な運動を示し、これらが順に搬入され、本発明に従ったカラーセルキャリアポリシング装置で研磨される所を示す図である。

【図6A】図5E及びFで示したと同様に、移送クリーニングステーションへのウエハの出入りを示し、ポリ

シングカラーセルでの基板の実際の動きを示す図である。

【図6B】図5E及びFで示したと同様に、移送クリーニングステーションへのウエハの出入りを示し、ポリシングカラーセルでの基板の実際の動きを示す図である。

【図6C】図5E及びFで示したと同様に、移送クリーニングステーションへのウエハの出入りを示し、ポリシングカラーセルでの基板の実際の動きを示す図である。

【図6D】図5E及びFで示したと同様に、移送クリーニングステーションへのウエハの出入りを示し、ポリシングカラーセルでの基板の実際の動きを示す図である。

【図7】図2のカラーセルの分解図である。

【図8】本発明に従ったカラーセルの、上ハウジングを取り去ったときの上面図である。

【図9】ウエハヘッドの1つのタイプを含む、図8の8-8線に沿った断面図である。

【図10】図9と関連した、ウエハヘッドのシャフトハウジングへの接続状態を表す拡大図である。

【図11】ウエハヘッドの第2のタイプの断面図である。

【図12】図12は、ウエハヘッドの第2のタイプの断面図である。

【図12A】図11及び図12に関するウエハヘッドの第3のタイプの断面図である。

【図13】新規な回転ユニオンの断面図である。

【図14A】ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な位置を示す図である。

【図14B】ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な位置を示す図である。

【図14C】ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な位置を示す図である。

【図15A】図14Aに対応して、ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な端面断面を示す図である。

【図15B】図14Bに対応して、ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な端面断面を示す図である。

【図15C】図14Cに対応して、ウエハヘッド組立体が放射方向に最内位置から最外位置へ往復運動するときに、シャフトフォロワースロットスブラッシュシールド板の漸次的な端面断面を示す図である。

【図16A】図14Aに対応して、キャリアアームの半径軸に沿って行われるスブラッシュ板の動作を漸次的に

側面断面図で表す図である。

【図16B】図14Bに対応して、キャリアアームの半径軸に沿って行われるスブラッシュ板の動作を漸次的に側面断面図で表す図である。

【図16C】図14Cに対応して、キャリアアームの半径軸に沿って行われるスブラッシュ板の動作を漸次的に側面断面図で表す図である。

【図17A】図14Aと同様に、スブラッシュ板の上面図を示す図である。

【図17B】図14Bと同様に、スブラッシュ板の上面図を示す図である。

【図17C】図14Cと同様に、スブラッシュ板の上面図を示す図である。

【図18】本発明に従ったポリシング装置の、カルーセルヘッド板とウエハヘッド組立体とを取り除いた上面図である。

【図19】図18の19-19線での断メカニズム図である。

【図20】図19のブラーテンのリザーバー部分の拡大断面図である。

【図21】図20のリザーバーの空気圧ポンプの更なる拡大断面図である。

【図22】ブラーテンの側部及び上方に配置されるオーバーヘッドスラリー分配器の断面図である。

【図23】図22のオーバーヘッドスラリー分配器の平面図である。

【図24】図22のオーバーヘッドスラリー分配器の分配端の拡大図である。

【図25】スラリー散布システムの模式的な線図である。

【図26A】隣接し合うポリシングステーションの間に配置される中間洗浄ステーションの横断面図である。

【図26B】隣接し合うポリシングステーションの間に配置される中間洗浄ステーションの横断面図である。

【図26C】隣接し合うポリシングステーションの間に配置される中間洗浄ステーションの横断面図である。

【図26D】隣接し合うポリシングステーションの間に配置される中間洗浄ステーションの横断面図である。

【図26E】隣接し合うポリシングステーションの間に配置される中間洗浄ステーションの横断面図である。これら5つの似通った図の順番は、ウエハヘッド及びこれに附属した、中間洗浄ステーションで洗浄しようとするウエハの、漸次的な動作を示すものである。

【図26F】A～Eの中間洗浄ステーションのうちD図の26F-26F線に沿った縦断面図である。

【図26G】A～Eの中間洗浄ステーションのうちE図の26G-26G線に沿った上面図である。

【図27】中間洗浄ステーションの第2の具体例の側方断面図である。

【図28】図27の洗浄ステーションの平面図である。

【図29】本発明に従ったポリシングパッドコンディ

ショナー装置の側方断面図である。

【図30】コンディショナーヘッドの中にフィットするコンディショニングディスクの破断斜視図である。

【図31】図29のコンディショナーヘッドの拡大図である。

【図32】従来技術の構成のコンディショナーヘッド装置の模式図である。

【図33】本発明に従ったコンディショナーヘッド装置の模式図である。

【図34】コンディショナーアームと駆動シーブを有するコンディショナー支持/駆動端の分解図である。

【図35】コンディショナーアーム支持体と駆動機構の、部分的に平面模式図を含む断面図である。

【図36A】コンディショナー装置がコンディショナーヘッドを持ち上げてこれを洗浄カップから外に出し、コンディショナーヘッドをポリシングパッドの位置まで下げる、漸次的なステップを示す図である。

【図36B】コンディショナー装置がコンディショナーヘッドを持ち上げてこれを洗浄カップから外に出し、コンディショナーヘッドをポリシングパッドの位置まで下げる、漸次的なステップを示す図である。

【図36C】コンディショナー装置がコンディショナーヘッドを持ち上げてこれを洗浄カップから外に出し、コンディショナーヘッドをポリシングパッドの位置まで下げる、漸次的なステップを示す図である。

【図37】本発明に従ったコンディショナーヘッド洗浄カップの側方断面図である。

【図38】本発明に従った洗浄ステーションの拡大上面図である。

【図39A】図36Aに示す研磨ブラーテン、ウエハヘッド及びコンディショナーヘッドの大まかな相対運動を示す、研磨位置の上面図である。

【図39B】図36Bに示す研磨ブラーテン、ウエハヘッド及びコンディショナーヘッドの大まかな相対運動を示す、研磨位置の上面図である。

【図39C】図36Cに示す研磨ブラーテン、ウエハヘッド及びコンディショナーヘッドの大まかな相対運動を示す、研磨位置の上面図である。

【図40】本発明に従ったウエハ移送調心クリーニングステーションの斜視図である。

【図41】図40のウエハ移送調心クリーニングステーションの上面図である。

【図42】図40のウエハ移送調心クリーニングステーションの部分的断面図であり、ウエハをウエハヘッドに調心するための調心ジョーを作用させるために用いられるニューマチックアクチュエーターを示す図である。

【図43】図40のウエハ移送調心クリーニングステーションの部分的な断面図であり、スプレーノズル及びサクションポートへの中心流体通路及び周縁流体通路を示す図である。



【図44】図44は、移送ステーションベDESTALとこれを包囲する洗浄ベイズンの断面図である。

【図44A】ベDESTALコラムとベイズンハウジングの間の接続を例示する図44の一部の、拡大断面図である。

【図45】図42に関する、調心ジョーから調心ヨークへの接続部の斜視図である。

【図46】ベDESTALシャフトの下端のスパイダー組立体の斜視図である。

【図47A】本発明に従って、研磨を行うためにウエハ10ヘッ드의ウエハ受容リセスにウエハを調心し搬入する、漸次的ステップを示す、側方断面図である。

【図47B】本発明に従って、研磨を行うためにウエハヘッ드의ウエハ受容リセスにウエハを調心し搬入する、漸次的ステップを示す、側方断面図である。

【図47C】本発明に従って、研磨を行うためにウエハヘッ드의ウエハ受容リセスにウエハを調心し搬入する、漸次的ステップを示す、側方断面図である。

【図47D】本発明に従って、研磨を行うためにウエハヘッ드의ウエハ受容リセスにウエハを調心し搬入する、20 漸次的ステップを示す、側方断面図である。

【図47E】本発明に従って、研磨を行うためにウエハヘッ드의ウエハ受容リセスにウエハを調心し搬入する、漸次的ステップを示す、側方断面図である。

【図48A】ウエハ移送調心クリーニングステーションの上断面図であり、ウエハヘッドに搬入されるウエハの調心の様子を、図47Aの斜視図に対応して示す図である。

【図48B】ウエハ移送調心クリーニングステーションの上断面図であり、ウエハヘッドに搬入されるウエハの、30 調心の様子を、図47Bの斜視図に対応して示す図である。

【図48C】ウエハ移送調心クリーニングステーションの上断面図であり、ウエハヘッドに搬入されるウエハの調心の様子を、図47Cの斜視図に対応して示す図である。

【図49A】ウエハ移送クリーニングステーションの側方断面図であり、ウエハ及びウエハが付随しているままのウエハヘッドが全ての使用可能なノズルによりしっかりとリンスされていく段階的ステップと、ウエハがヘッドから解放され真空によりベDESTAL上に保持されロボットブレードでウエハをポリシング装置からとりだす前にこの構成の組立体のリンスが行われる段階的ステップとを、示す図である。

【図49B】ウエハ移送クリーニングステーションの側方断面図であり、ウエハ及びウエハが付随しているままのウエハヘッドが全ての使用可能なノズルによりしっかりとリンスされていく段階的ステップと、ウエハがヘッドから解放され真空によりベDESTAL上に保持されロボットブレードでウエハをポリシング装置からとりだす前

にこの構成の組立体のリンスが行われる段階的ステップとを、示す図である。

【図49C】ウエハ移送クリーニングステーションの側方断面図であり、ウエハ及びウエハが付随しているままのウエハヘッドが全ての使用可能なノズルによりしっかりとリンスされていく段階的ステップと、ウエハがヘッドから解放され真空によりベDESTAL上に保持されロボットブレードでウエハをポリシング装置からとりだす前にこの構成の組立体のリンスが行われる段階的ステップとを、示す図である。

【図50A】図49Aに対応する、ベDESTALの中のチェックバルブの断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図50B】図49Bに対応する、ベDESTALの中のチェックバルブの断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図50C】図49Cに対応する、ベDESTALの中のチェックバルブの断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図51A】図49A並びに図50Aに対応する、ウエハ移送調心クリーニングステーションの上面断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図51B】図49B並びに図50Bに対応する、ウエハ移送調心クリーニングステーションの上面断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図51C】図49C並びに図50Cに対応する、ウエハ移送調心クリーニングステーションの上面断面図であり、図49と同じ段階的ステップを示す図である。

【図52】本発明に従い、ヘッド板がポリシングステーション上方の適所に配置され、ウエハヘッド組立体の1つがウエハ移送調心クリーニングステーションの上且つ内部の適所に配置されている様子を示す断面図であり、例えば図2の装置の52-52線の断面を表す図である。

【図53】カルーセルの底部のギアロッキング組立体の斜視図である。

【図54】本発明に従ったウエハ搬送装置の前面部分断面図である。

【図55】図53の装置に用いられるロボットブレード及びウエハカセットトレイ上昇爪を有する「L」型部材の上面図である。

【図56】図55のロボットブレードの底面の斜視図である。

【図57】図54のウエハ搬送装置のブレード、爪及びアームの底部の背面部分断面図である。

【図58】図54のロボットブレードの側面図である。

【図59】図58のロボットブレードの上断面図である。

【図60】図58のロボットブレードの底面部分断面図である。

【図61】図54のウエハ搬送装置の下降アーム及びリスト組立体の破断部を含む斜視図である。

【図62】図54のウエハ搬送装置のオーバーヘッドトラックの破断部を含む斜視図である。

【図63】図62のオーバーヘッドトラックの端面の斜視図である。

【図64】図54のオーバーヘッドトラックの上面図である。

【図65】図54のウエハ搬送装置の端部の部分断面図である。

【図66】本発明に従ったウエハ及びカセット搬送装置の端面図であり、ウエハ浴及びウエハ浴中のウエハカセットのポリッシング装置に対する配置を示す図である。

【図67】液体浴中で1つ以上のウエハカセットを保持するタブの軸方向断面図である。

【図68】ウエハの側面図である。

【図69】図67の堆積部の支持レールの正面図である。

【図70A】本発明に従い、ウエハがポリッシング装置の搬入出を行うための、ロボットブレードの運動及び漸次的ステップを示す図である。

【図70B】本発明に従い、ウエハがポリッシング装置の搬入出を行うための、ロボットブレードの運動及び漸次的ステップを示す図である。

【図70C】本発明に従い、ウエハがポリッシング装置の搬入出を行うための、ロボットブレードの運動及び漸次的ステップを示す図である。

【図70D】本発明に従い、ウエハがポリッシング装置の搬入出を行うための、ロボットブレードの運動及び漸次的ステップを示す図である。

【図70E】本発明に従い、ウエハがポリッシング装置の搬入出を行うための、ロボットブレードの運動及び漸次的ステップを示す図である。

【図71A】ウエハカセットを上昇させる際の、「L」型部材のカセット上昇フォークの運動を示す図である。

【図71B】ウエハカセットを上昇させる際の、「L」型部材のカセット上昇フォークの運動を示す図である。

【図71C】ウエハカセットを上昇させる際の、「L」型部材のカセット上昇フォークの運動を示す図である。

【図72A】パッチ操作で特定のカセットを動かして漸次的且つ連続的な研磨を可能にするウエハカセットの漸次的な運動を示し、また、本発明に従った装置の有用性を示す図である。

【図72B】パッチ操作で特定のカセットを動かして漸次的且つ連続的な研磨を可能にするウエハカセットの漸次的な運動を示し、また、本発明に従った装置の有用性を示す図である。

【図72C】パッチ操作で特定のカセットを動かして漸次的且つ連続的な研磨を可能にするウエハカセットの漸次的な運動を示し、また、本発明に従った装置の有用性

を示す図である。

【符号の説明】

10…ポリッシングシステム、20…ポリッシング装置、22…下部機械ベース、23…テーブルトップ、24…上部外部カバー、25…カバー、30…ウエハ搬送装置、32…保持ステーション、34…タブ、35…下降アーム、36…オーバーヘッドトラック、37…リスト組立体、38…ウエハブレード、39…カセット爪、40…ウエハ、42…カセット、50…ポリッシングステーション、52…回転ブラーテン、54…ポリッシングパッド、60…パッドコンディショナー装置、62…回転アーム、64…コンディショナーヘッド、65…支持組立体、67…洗浄ベイズン、68…洗浄ベイズン、70…移送ステーション、72…ベDESTAL、74…フォーク組立体、76…シュラウド、77…洗浄組立体、78…ベイズンシャフトハウジング、79…管状ベDESTALコラム、80…中間洗浄ステーション、90…カルーセル、92…支持中心ポスト、100…ウエハヘッドシステム、110…ヘッド、110'…3Cウエハヘッド、110''…3C3ウエハヘッド、232…ブラーテン回転モーター、302…浴、312…爪部分、314…ハブ部分、316…ブレードブラケット、318…フィンガ、320…フィンガチップ、322…ナックルリッジ、324…ブレード本体、328…真空リセス、330…開口、332…真空チャンネル、334…レッジ、336…インサート、338…貫通穴、340…真空穴、342…真空ホース、343…真空ジェネレータ、344…ホイールハウジング、345…エア圧力センサー、346…ウォームホイール、348…外側レースボールベアリング組立体、350…シャフト、352…ウォームギア、360…保護カバー、361…ベルトモーター、362…キャリッジ、364…スライダー、366…側レール、368…ボックスビーム、370…カンチレバーブラケット、372…駆動ベルト、374、376…シープ、380…切込み、382…キャプスタン、384…シャフト、385…リッジ、388…下コーナー部品、389…開長手方向スロット、390…円形ベアリング組立体、392…フランジ、394…カラー、396…ウォームホイール、397…ヘッド板、398…C部分、420…傾斜、422…クローズドハンドル、424…長手方向側部、426…背面、430…スロットリッジ、432…底壁、500…ブラーテン組立体、510…ブラーテントップ、512…ブラーテンベース、513…ねじ、514…リム、515…ドレインチャンネル、516…カラー、518…ブラーテンリングベアリング、519…コーニス、520…ねじ、522…カラー、524…ねじ、526…フェンス、528…トラフ、530…貫通穴、532…ドレイン管、534…ねじ、536…フランジ、540…ブラーテンモーター組立体、542…装着ブラケット、543…モー

ター、544…モーターシープ、546…駆動ベルト、  
 548…ハブシープ、550…リザーバーハブ、552  
 …ブラーテンハブ、554…斜め通路、556…リン  
 グ、558…垂直通路、560…ブローポート、56  
 1、562、564、565…垂直通路、568、57  
 0、571、572…リセス、574…テーパー穴、5  
 76…急速解放継手、578…高圧エアライン、610  
 …リセス、612…コンディショニングディスク、61  
 4…下向き面、615…円形穴、616…開口、618  
 …有効回転中心、619…壁、619a…ゲート、62 10  
 0…フェース板、621…保持パッド、622…ジンバ  
 ル回転中心、624…駆動軸、626…垂直軸、627  
 …水平トルク中心、628…垂直トルク、630…エッ  
 ジ、632…前縁、636…共通中心、640…ボール  
 アンドソケットジョイント、642…ソケット部分、6  
 44…ボール部分、652…ベアリング要素、654…  
 凸表面、656…コンディショナーヘッドシャフト、6  
 58…凹表面、660…ボールベアリングケージ、66  
 2…ボールベアリング、664…オリング、666…リ  
 セス、668…外面壁、670…ナット、672…上リ 20  
 ム、674…外側フランジ、676…ショルダーボル  
 ト、678…下向き対面ヘッド、680…リップ、68  
 2…周縁駆動ピン、685、686…駆動ピン穴、68  
 8…下側環状ベアリング、690…環状スパーサー、6  
 92…上部外側カラー、693…下側外側スカート、6  
 94…底部外側カラー、696…環状ばね、684…キ  
 ャリア板、688…D字型シールド板、722…弾性  
 膜、724…中心ポート、726…オフセットポート、  
 728…流体通路、730…垂直通路、732…流体通  
 路、736…流体ホース、738…ねじ切りユニオン、 30  
 740…ポーチルーフ、741…外側壁、742…下側  
 部材、743…内底部、744…放射方向通路、746  
 …第1のタップノズル穴、748…垂直通路、750…  
 上側部材、752…垂直通路、754…第2のタップノ  
 ズル穴、756…供給管、758…通路、759…ドレ  
 イン通路、760…カラー、761…ドレイン管、76  
 2…フォーク、764…歯、766…フォークアーム、  
 768…垂直リブ、769…シャフト、770…ウイン  
 グ、770…支持スリーブ、772…支持スリーブ、7  
 74…空気圧シリンダー、776…出力シャフト、77 40  
 8…緊張緩和ねじ、780…フォーク回転シャフト、7  
 82…ブッシング、784…バンパー組立体、786…  
 バンパー、790…調心フォーク組立体、792…ポス  
 ト、800…中間洗浄ステーション、810…洗浄室、  
 812…開口、814、816…側部、820…スプレ  
 ー管、822…ノズル開口、824…プラグ、826…  
 支持部材、828…テーパー弾性シール、830…供給  
 管、832…供給開口、834…ドレイン管、836…  
 ドレイン開口、840…洗浄液、850…洗浄ハウジン  
 グ、852…洗浄キャビティ、854…洗浄開口、85 50

6…コンタクトパッド、860…リッジノズルマウン  
 ト、862…リッジビーク、864…ノズル穴、866  
 …垂直供給通路、872…オリングリセス、874…垂  
 直通路、876…テーパー穴、878…排水溝、902  
 …中心ポスト、904…カラーセル軸、906…カラー  
 セル支持板、908…カラーセルクォーターカバー、9  
 10…スロット、912…リニアベアリング組立体、9  
 14…レール、916…リニアガイド、917…ボール  
 ベアリング、918…親ねじ、924…位置フラグ、9  
 26…フィン、928…光学センサー、938…垂直通  
 路、940…スブラッシュ板組立体、942…中心シ  
 ルド板、944…外側シールド板、946…リセス、9  
 48…スブラッシュスロット、950…上伸張フラン  
 ジ、952…スブラッシュフォロワー、954…円形  
 穴、956…フランジ、960…スブラッシュフラン  
 ジ、962…周縁スカート、964…上向き伸張部分、  
 966…レッジ、968…スブラッシュシールドベア  
 リング、970…内向き伸張フランジ、972…カラー組  
 立体、974…ねじ、976…垂直ピン、978…ロー  
 ラーベアリング、980…水平ガイドグループ、984  
 …中心ポストベアリング、986…駆動モーター、98  
 8…ハーモニックドライブ、990…駆動シャフト、9  
 91…シャフトギア、992…第1の遊動ギア、993  
 …第1の遊動シャフト、994…第2の遊動ギア、99  
 5…第2の遊動シャフト、996…空気圧シリンダー、  
 997…バンドル、998…配線開口、1002…ヘッ  
 ド回転モーター、1012…ウエハヘッドモーター、1  
 014…ヘッド回転駆動シャフト、1015…包囲非回  
 転シャフトハウジング、1034…ローリングシール、  
 1040…第1の軸チャンネル、1042…ロータリー  
 カップリング、1044…第1の通路、1046…シャ  
 フトフランジ、1048…垂直通路、1050…上ハ  
 ブ、1052…斜め通路、1054…垂直通路、105  
 6…第2のシャフトシャフトチャンネル、1058…ブ  
 ラグ、1062、1064…ドエル穴、1066…周  
 縁、1068…周縁ナット、1070…リップ、107  
 2…スライドシール、1074…垂直通路、1080…  
 下側リングベアリング、1082…上側リングベアリン  
 グ、1084…内側座ぐり孔、1086…ノッチ付きリ  
 テナーリム、1088…ねじ、1090…ショルダ  
 ー、1092…シャフトブッシング、1094…保持ナ  
 ット、1095…クランプカラー、1096…モーター  
 ブラケット、1110…ボール部材、1112…フロ  
 ターゲット部材、1114…リセス、1115…ウエハ  
 受容リセス、1116…保持リング、1118…中心シ  
 ャフトブッシング組立体、1120…ブッシング、11  
 30…中心シャフト、1132…流体緊密キャビティ、  
 1134…ローリングシール、1040…第1の軸チャ  
 ンネル、1042…ロータリーカップリング、1160  
 …ボール部材、1162…リセス、1164…キャリア

板、1166…ボス、1168…外周ナット、1170…リップ、1172…中心リセス、1174…スナップリング、1176…キーウェイ、1178…キーウェイ、1180…ピン、1182…上チャンバ、1184…下チャンバ、1186…板状部材、1188…ブラダ、1190…ベローズ、1192…ベローズキャビティ、1194…ベローズインサート、1196…上ベローズ板、1198…下ベローズ板、1300…ウォームモーター、1302…ウォームギア、1304…ウォームナット、1306…Lブラケット、1308…垂直リニアベアリングレール、1310…垂直部分、1314…モーター、1316…フット、1318…出力シャフト、1320…支持コラム、1322…ハーフカラー、1324…トロンボーン、1326…耳、1430…外壁、1432…堰、1434…ベイズン、1436…テーバー付き上部、1438…チップ、1439…底部、1440…上部、1442…脚、1444…レール、1446…底部、1448…ピン、1450…エッジ、1452…調心ピン、1454…ドレイン穴、1456…供給管、1457…材料、1458…ノズル穴、1460…供給通路、1464…流体レベルセンサー、1464…供給流入口、1468…3方バルブ、1470…ポンプ、1471…フィルター、1472…ドレインポンプ、1474…タブドレイン、1602…ねじ、1604…U字型アーム本体、1608…下側フランジ、1610…レッジ、1612…内側スパーサー、1614…蛇腹、1616…歯状シープ、1618…遠端壁、1620…チャンネルカバー、1622…ハウジング、1624…駆動ベルト、1626…歯状駆動シープ、1630…コンディショナー支持シャフトハウジング、1632…近端、1634…水平才差運動軸、1636…平坦面、1638…保持穴、1642…スタブシャフト、1646…球状ベアリング、1648…ベアリングカバー板、1650…垂直スカート、1652…穿孔、1654…タップ穴、1656…水力ラム、1660…ヨーク、1662…旋回支持板、1663…スカート、1664…駆動シャフト、1665…ギア、1666…コンディショナーヘッドモーター、1667…ギア、1668…ハーモニックドライブ、1670…アーム掃引駆動モーター、1672…ギア、1674…リム駆動ギア、1676…モーターブラケット、1712…開口、1714…ショルダー、1716…空気圧シリンダー、1718…出力シャフト、1720…フット、1722…ジョー、1724…プレート、1726…リップ、1728、1730…ブッシング、1732…カラー、1740…スパイダー、1742…オリング、1743…スパーサー、1744…管状リング、1746…カラー、1750…脚、1752…下ジョー、1754…上ジョー、1755…スリット、1756…スパイダー、1758…フット、1760…ベデスタル空気圧シリンダ

一、1762…ガイドポスト、1770…チェックバルブ組立体、1772…インサート、1774…ブロック、1776…バルブボール、2100…ロータリーユニオン、2114…スピンドル、2116…垂直通路、2118…ドエル、2120…リセス、2122…急速遮断クランプ、2134…アンチ回転シャフト、2140…ロータリー組立体、2142…部分、2143…環状回転部材、2144…タップ穴、2146…放射方向通路、2148…環状マニホールド、2150…フランジシャフト部分、2151…真空穴、2152…垂直真空通路、2156…ワッシャー、2160…側方通路、2162…貫通穴、2164…テーバー付き穴、2168…テーバー付き穴、2170…下側リングベアリング、2172…カラー、2176…レッジ、2178…レッジ、2180…上フランジ、2186…上側リングベアリング、2187…ベアリングフランジ、2188…ねじ、2189…オリング、2190…ウェーブばね、2192…上フランジ、2194…ねじ、2610…クリーニングカップ、2612…モーター、2614…中心ベイズン、2616…堰、2618…長手方向スリップ、2620…洗浄供給ライン、2622…周縁ドレイン、2624…包囲ダム、2626…ドレイン通路、2628…シャフト、2630…支持ベアリング、2632…供給ライン、2634…排水ライン、2636、2638…接続部、2640、2642…点線、5100…リザーバーシステム、5110…ダム壁、5112…内側リップ、5114…リザーバー、5116…スラリ、5120…スラリ供給組立体、5122…ブラケット、5124…テーバー穴、5126…水平通路、5128…垂直通路、5130…流体レベルセンサ、5140…ダイアフラムポンプ、5144…下側ダイアフラムキャビティ、5146…下側ダイアフラムキャビティ、5148…上側ポンプ部材、5150…ダイアフラム、5152…通路、5154…オリングシールチャンバ、5155…第2の通路、5156…テーバー穴、5157…流体ライン、5158…カップリング、5160…軸通路、5162…モーターシャフト、5164…ロータリーカップリング、5170…上部分、5172…中間部分、5174…下部分、5176…バルブボール、5184、5186…通路、5200…オーバーヘッドスラリディスベンサー、5202…ディスベンシングチューブ、5204…ディスベンサーベース、5206…端部、5208…地点、5210、5212…供給管、5214、5216…管配給端、5230…スラリ供給モジュール、5232…供給ユニット、5234…流量制御ユニット、5236…バルクヘッドユニット、5238…供給源、5240…供給タンク、5242…供給管、5244…ポンプ、5246…戻り管、5248…オンオフバルブ、5250…流量チェックバルブ、5252、5254…オンオフバルブ、5256…バー

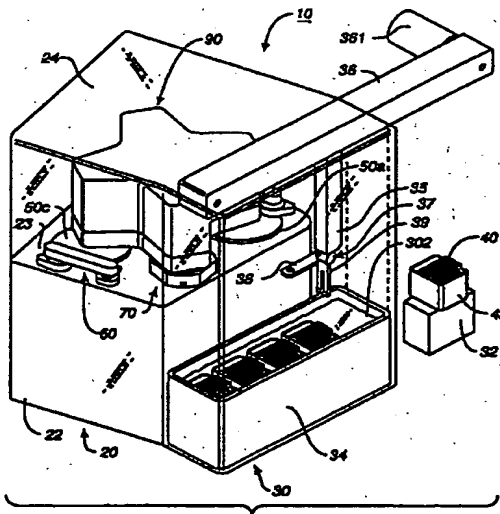
117

ジライン、5258…オンオフバルブ、5260…計量ユニット、5262…方向変換バルブ、5264…バルク流量コントローラ、5266…方向変換バルブ、5268…専用DIWライン、9102…パウチャンバ、9104…膜、9106…共形材料、9110…リテーナーリング、9114…コンタクトリング、9116…外向き環状レッジ部分、9118…内向き環状レッジ、9120…ばね、9122…ドーナツ状ブラダ、9124…中レッジ、9130、9132、9134、9136、9138、9142、9152…垂直通路、9140、9144、9150…側方通路、9154…ポート、9166…通路、9292…ベース組立、9204…ハウジング組立、9206…リテーナーリング組立、9208…ベローズシステム、9210…1次の圧力チャンバ、9212…2次の圧力チャンバ、9214…キャリアベース、9216…底面、9220…窪み、9222…環状領域、9224…リム、9226…導管、9228…中心軸、9230…環状板、9232…内側部分、9234…ボルト、9238…中心開口、\*

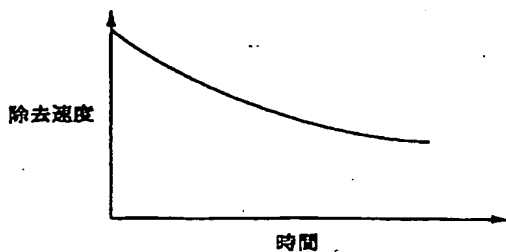
118

\*9240…ストップシリンダー、9242…管状の本体、9244…下フランジ、9246…上フランジ、9248…リップ、9250…中心キャビティ、9252…中心チャンネル、9260…キャリアハウジング、9262…円筒キャビティ、9264…内側環状面、9266…外側環状面、9268…リッジ、9270…ハブ、9272…中環状領域、9274…ねじ切りネック、9276…スロープ部分、9278…レッジ、9280…内側板、9282…外側板、9290…リップ、9292…開口、9294…天井部、9230、9302、9304…導管、9306…Oリング、9310…内ベローズ、9312…外ベローズ、9314…第3のベローズ、9316…第3の円筒ベローズ、9320…L字型リング支持体、9322…水平アーム、9324…垂直アーム、9330…バックリング、9332…ボルト、9333…バックリングの外側部分、9334…バックリングの内側部分、9335…フレキシブルシール、9336…垂直伸張フランジ、9340…リテーナーリング、9342…下向き突起部分。

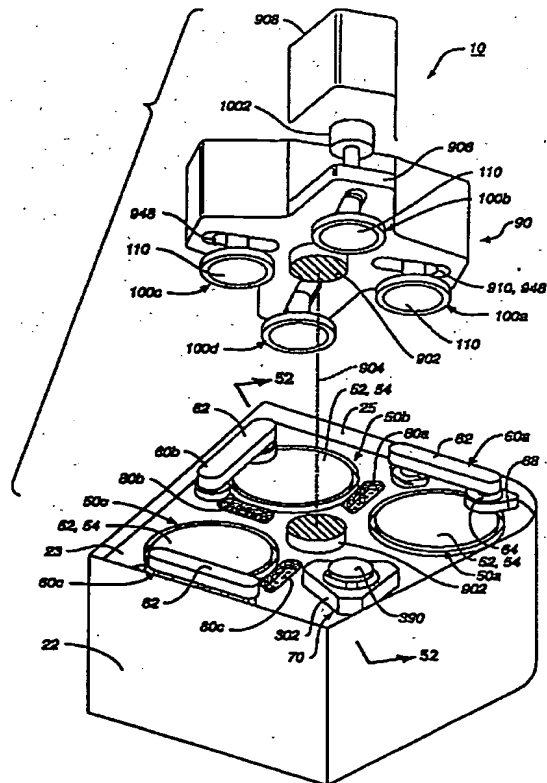
【図1】



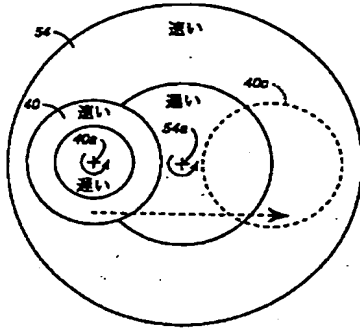
【図3】



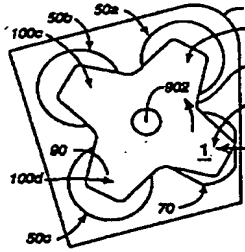
【図2】



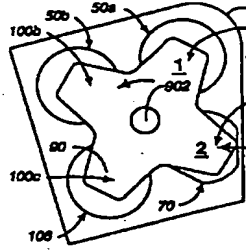
【図4】



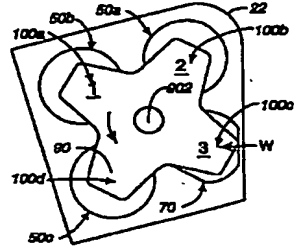
【図5A】



【図5B】

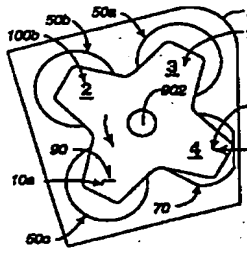


【図5C】

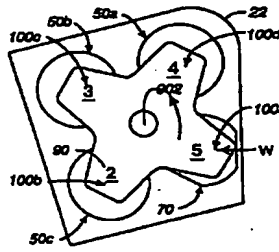
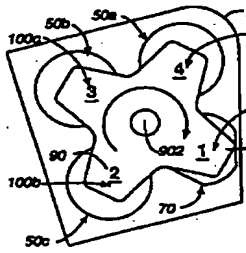


【図5F】

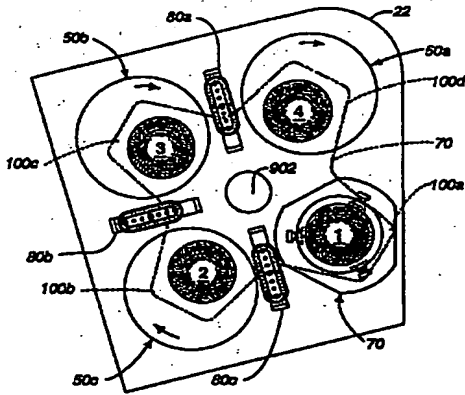
【図5D】



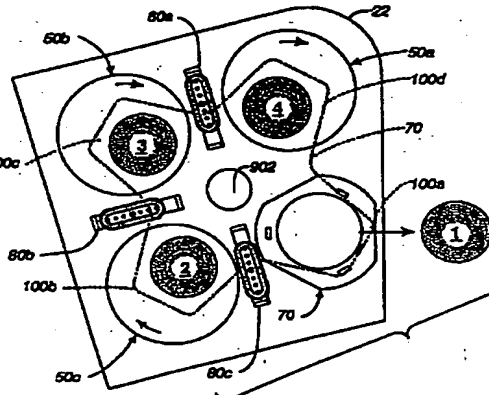
【図5E】



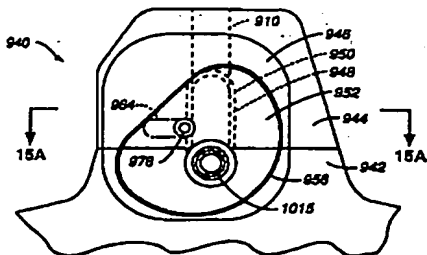
【図6A】



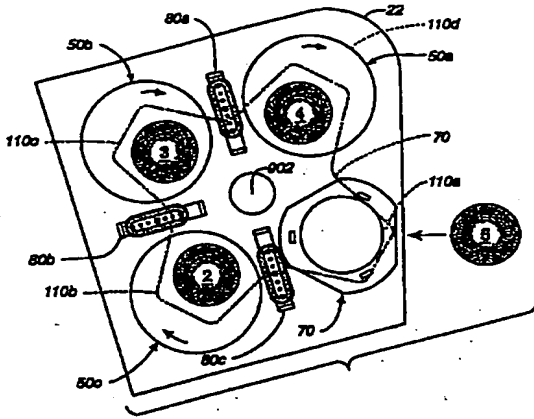
【図6B】



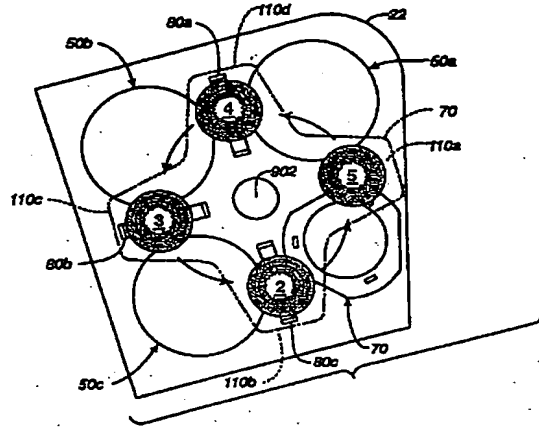
【図14A】



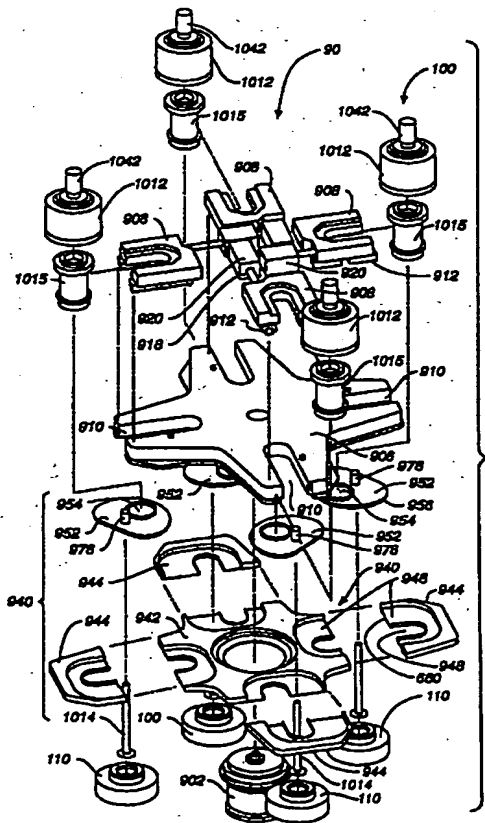
【図6C】



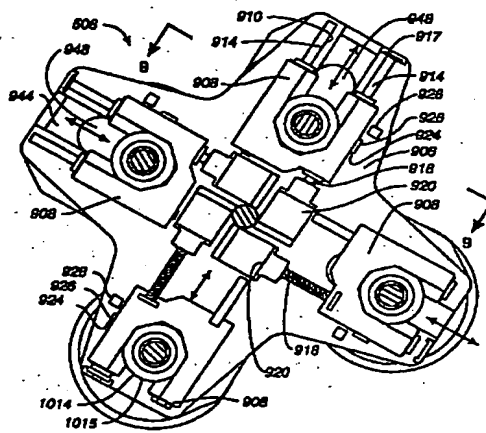
【図6D】



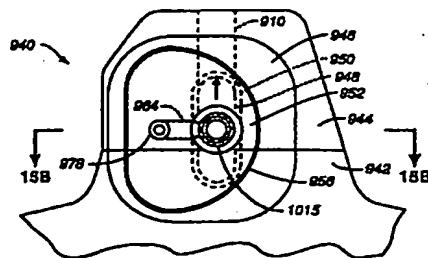
【図7】



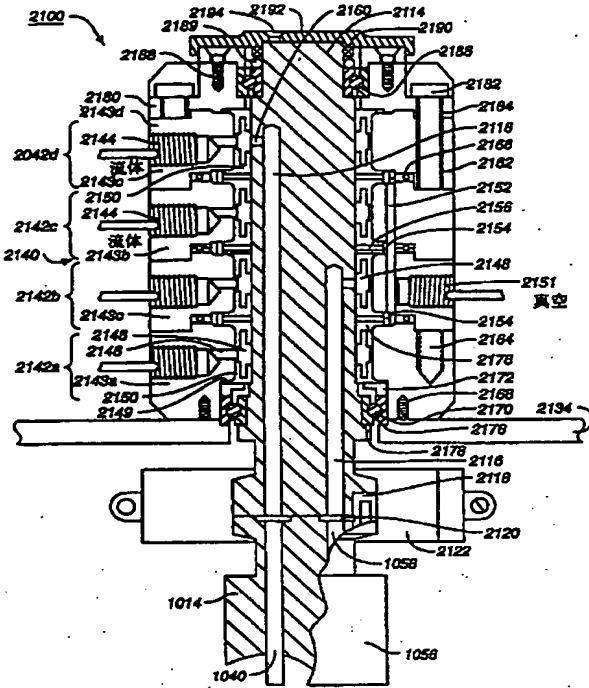
【図8】



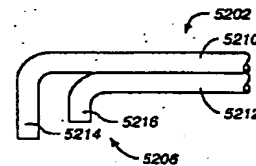
【図14B】



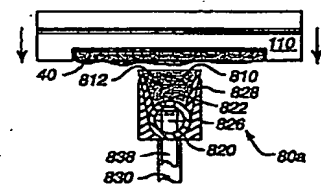
【图 13】



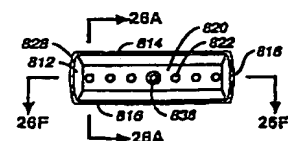
【圖 24】



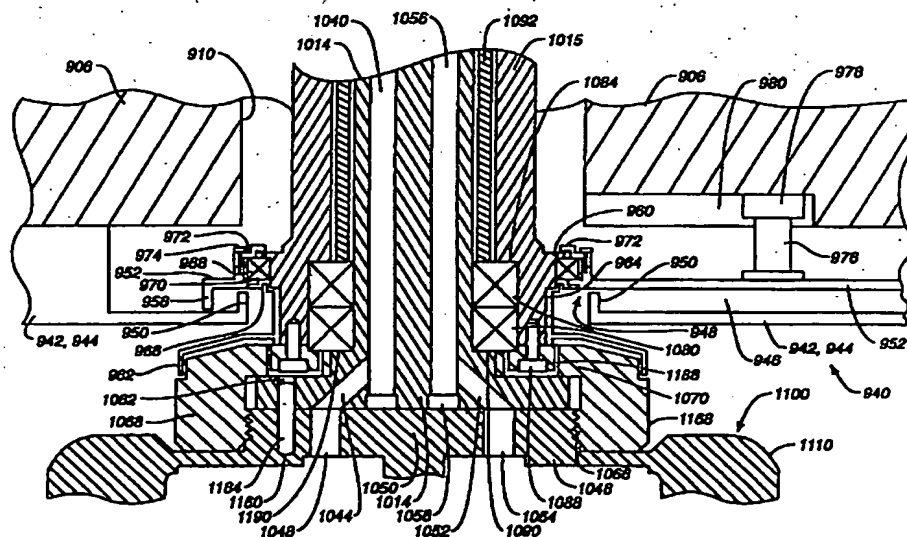
【圖 26 B】



【図 26 G】

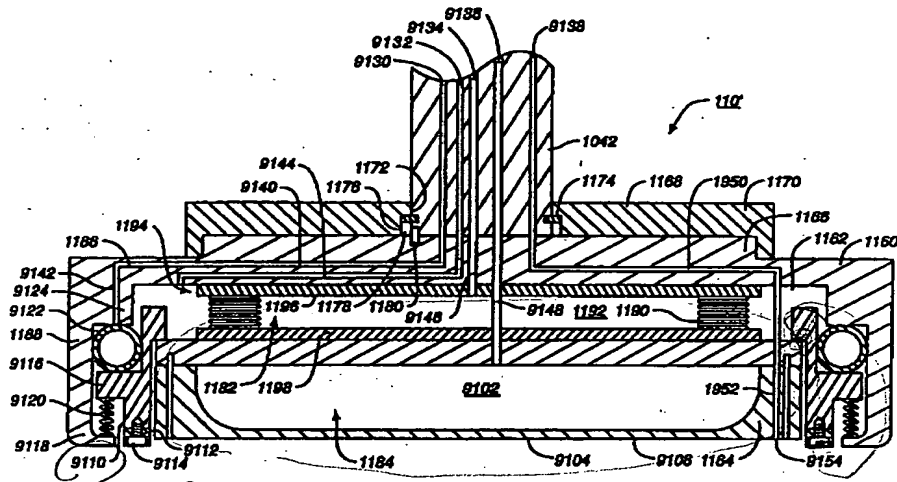


【圖 10】

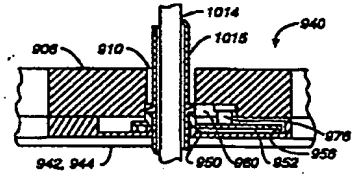




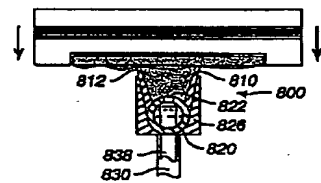
【図11】



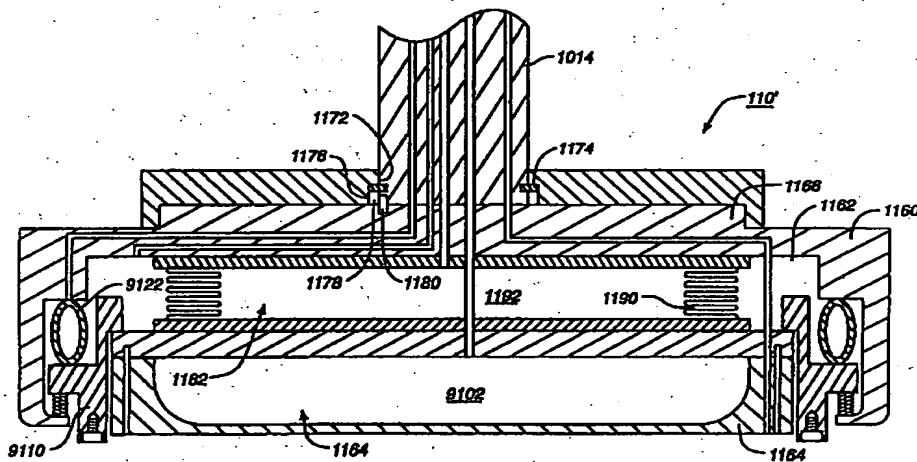
【図15B】



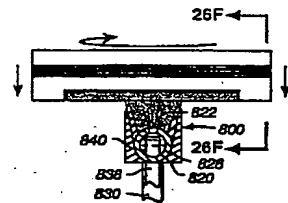
【図26C】



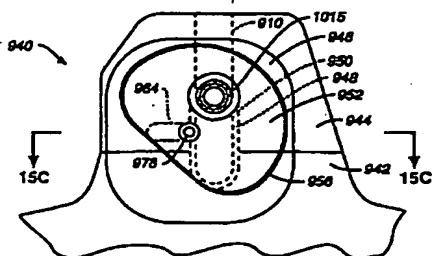
【図12】



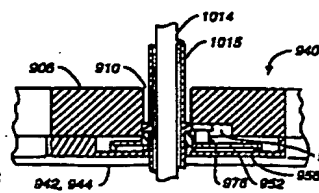
【図26D】



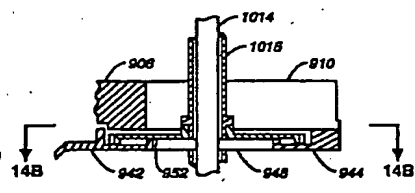
【図14C】



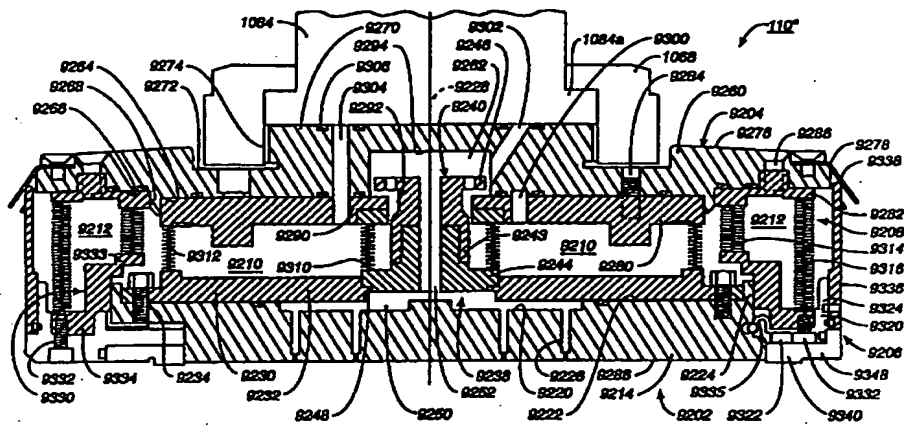
【図15C】



【図16B】



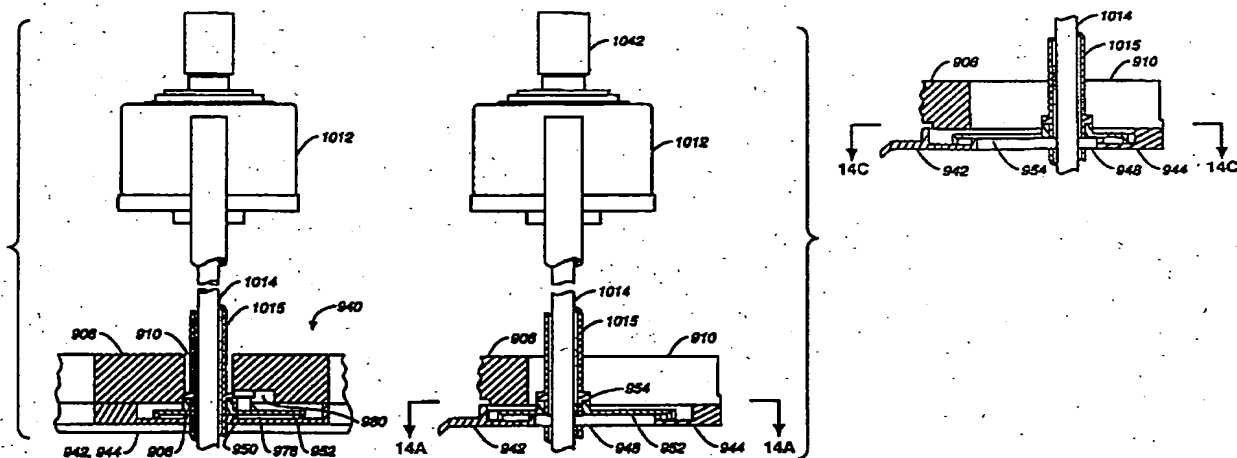
【图 12A】



【図 15 A】

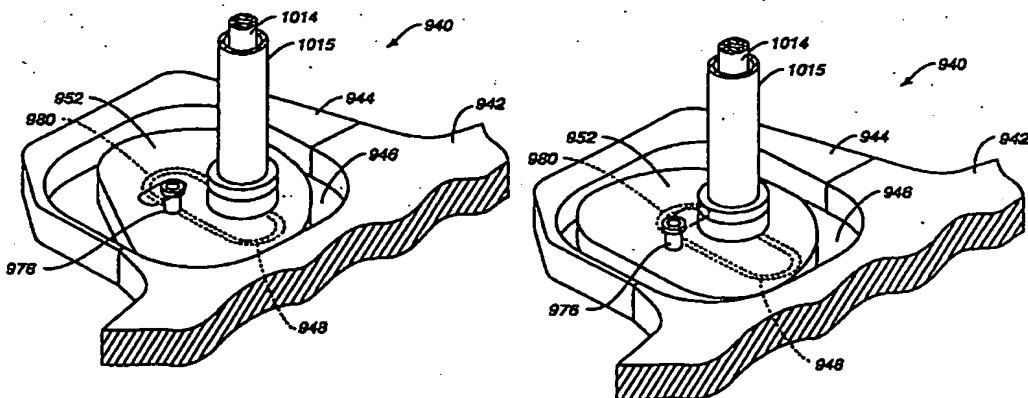
【図 16 A】

【図 16 C】

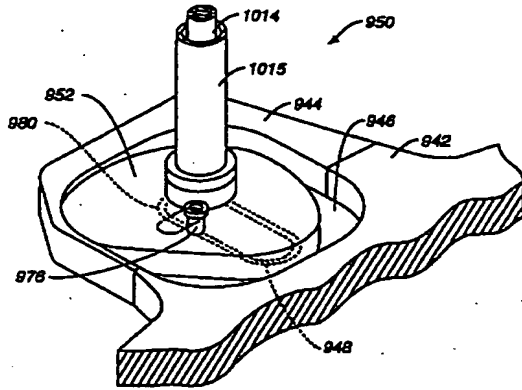


【図 17 A】

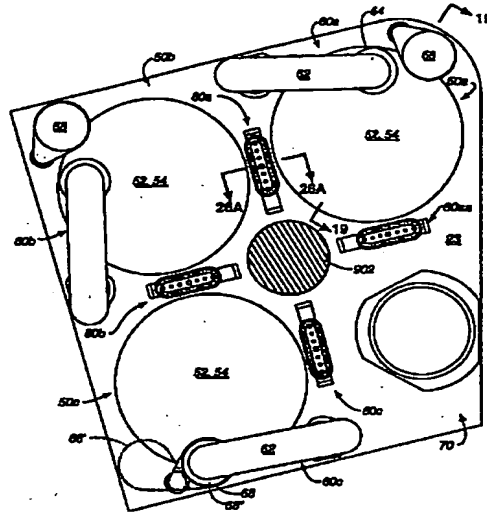
【図 17 B】



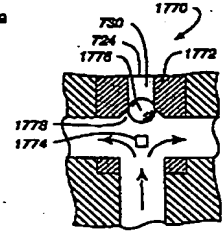
【図17C】



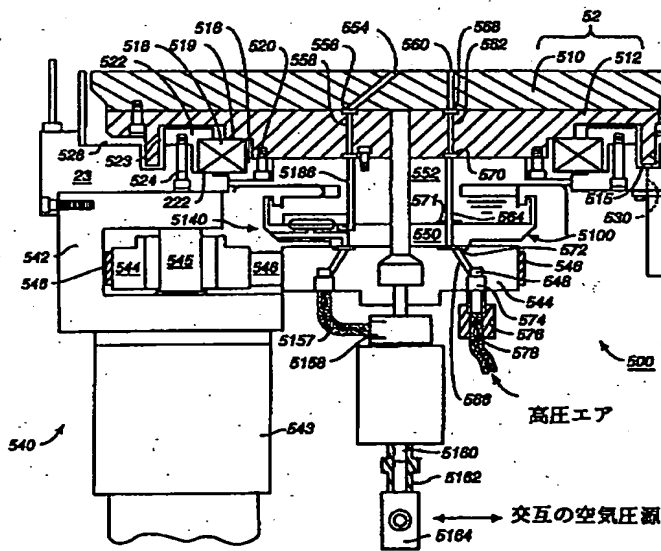
【図18】



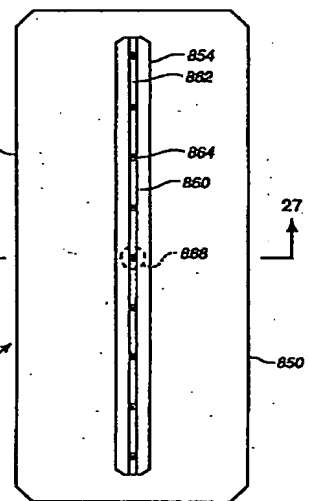
【図50A】



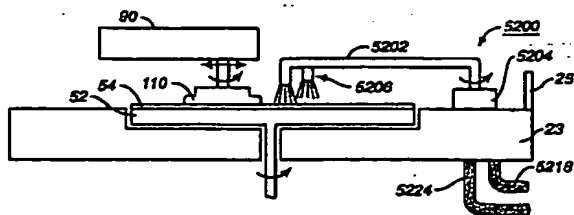
【図19】



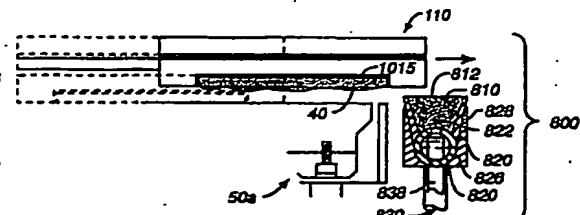
【図28】



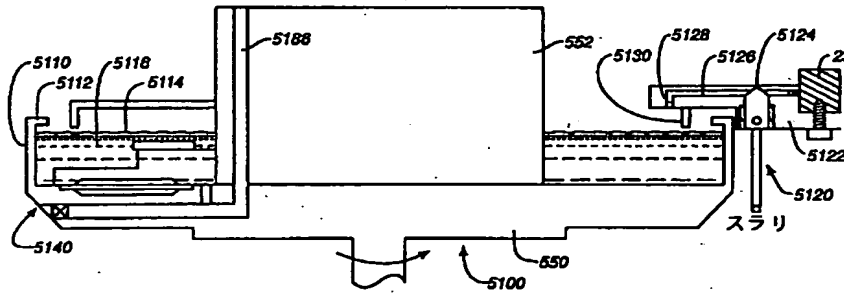
【図22】



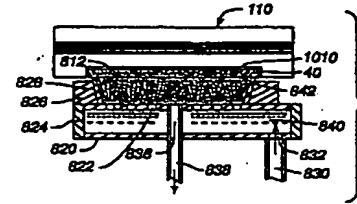
【図26A】



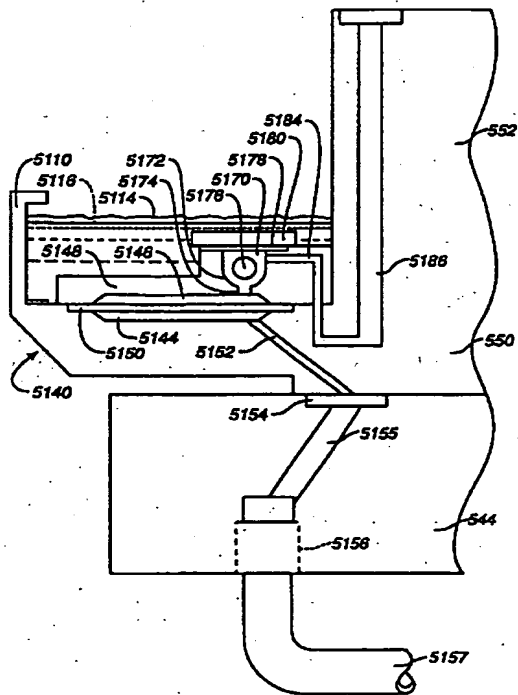
【図20】



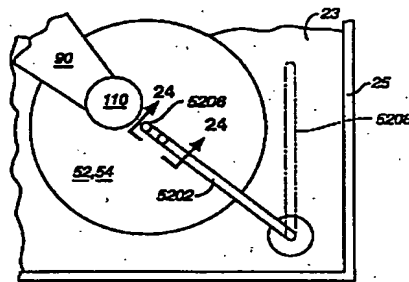
【図26F】



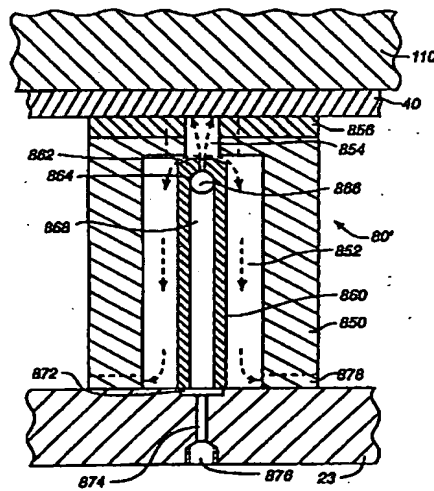
【図21】



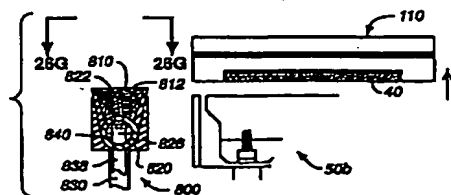
【図23】



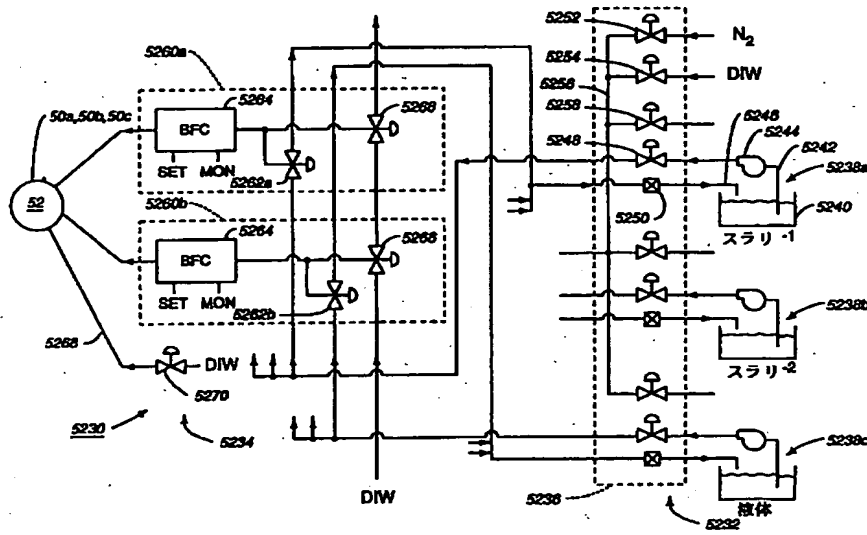
【図27】



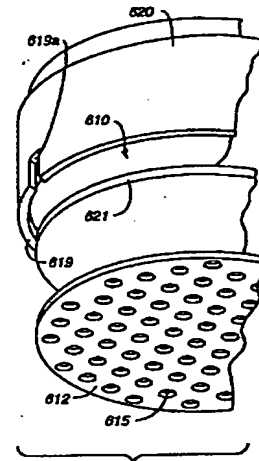
【図26E】



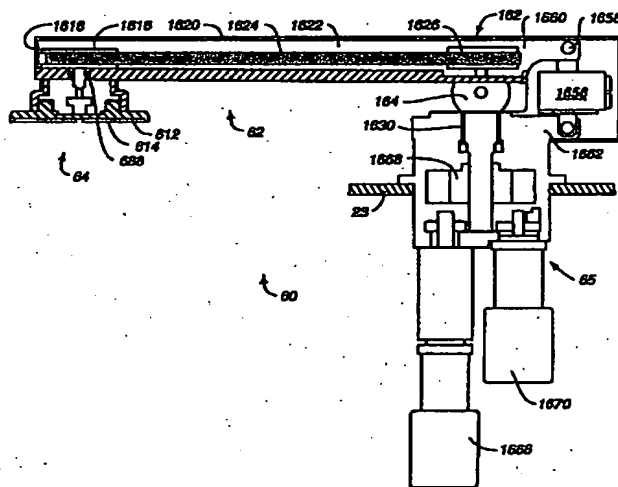
【図25】



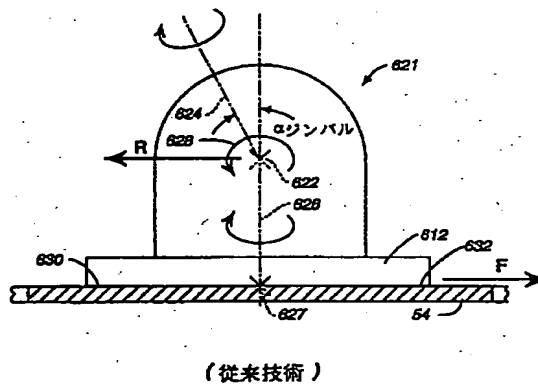
【図30】



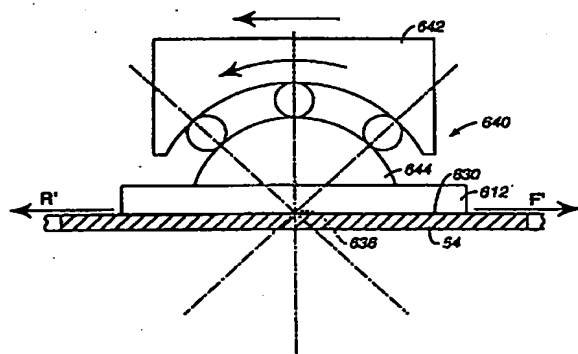
【図29】



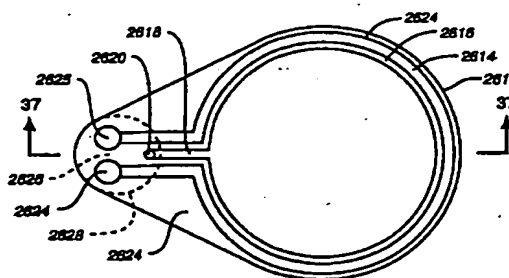
【図32】



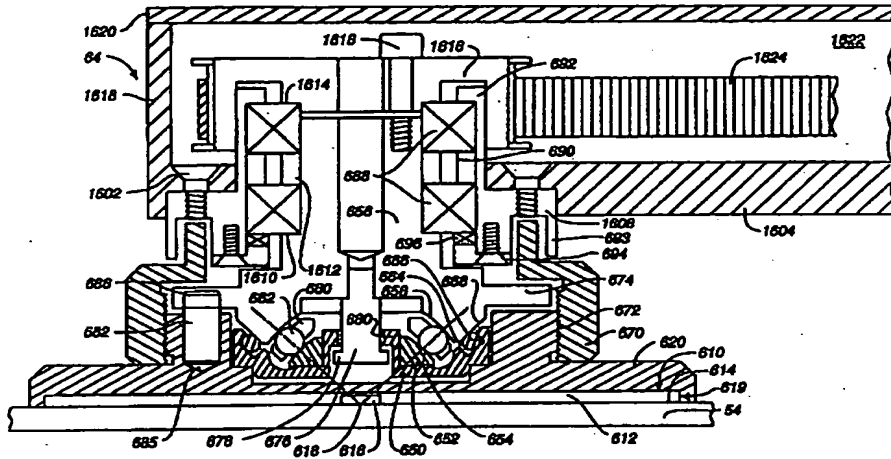
【図33】



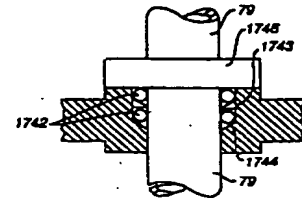
【図38】



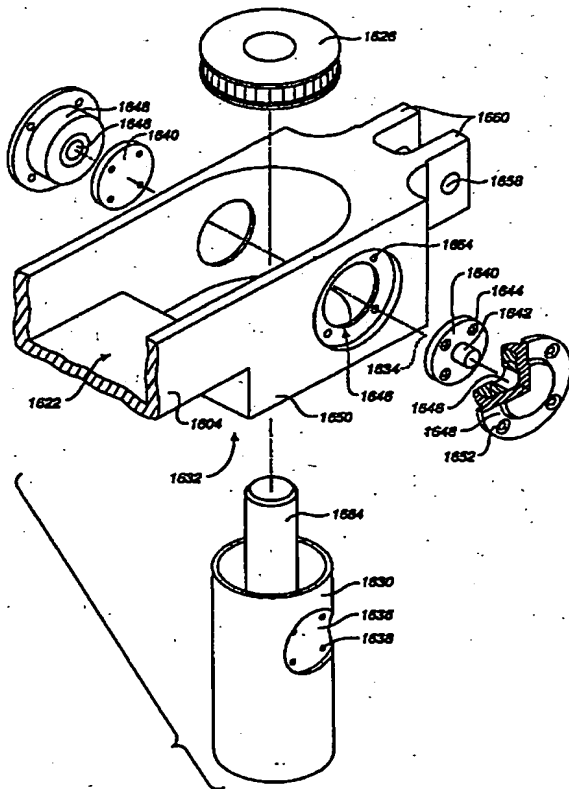
【図31】



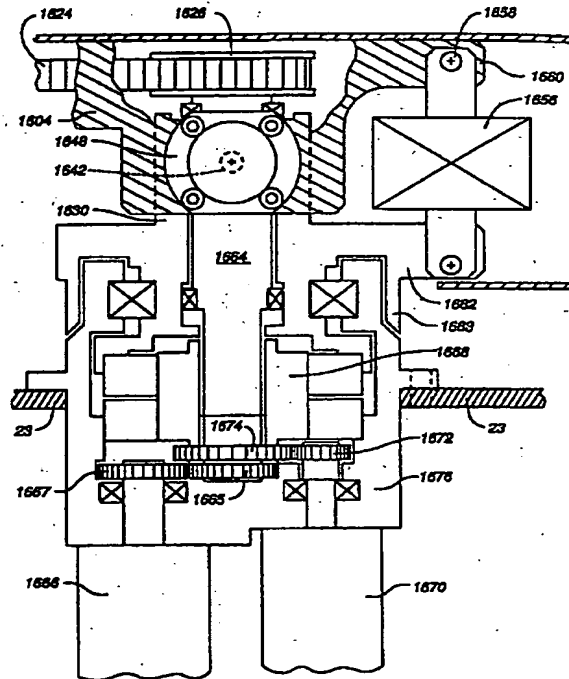
【図44A】



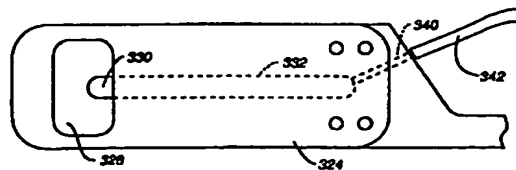
【図34】



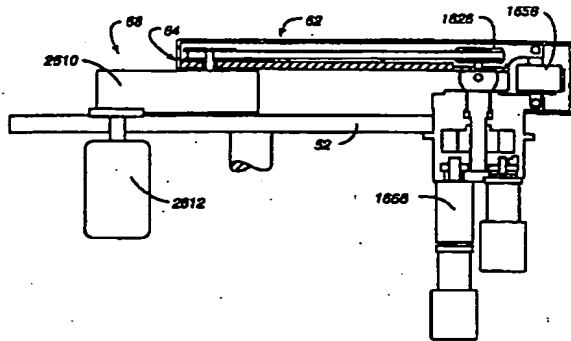
【図35】



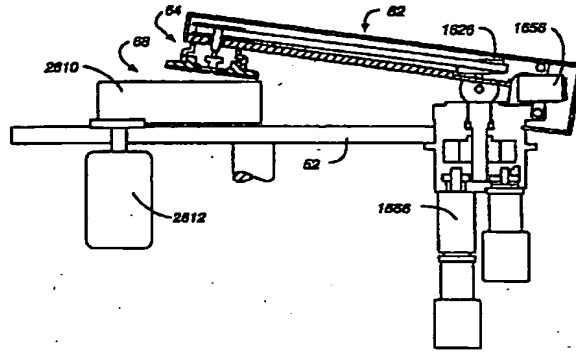
【図60】



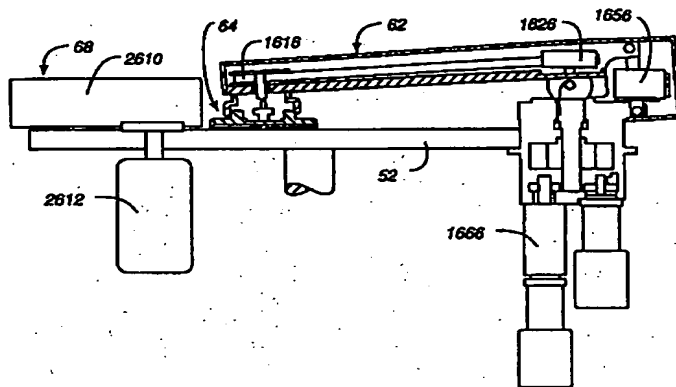
【図36A】



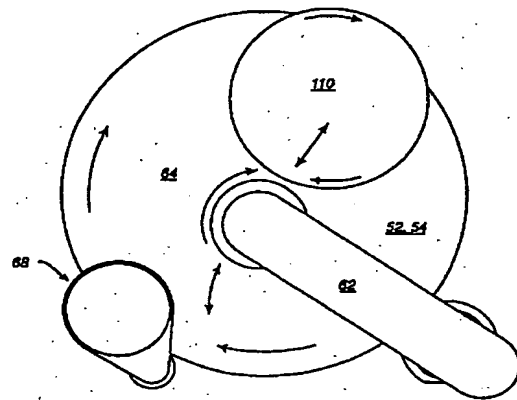
【図36B】



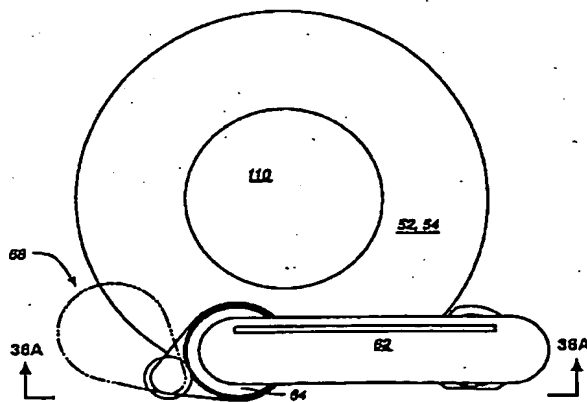
【図36C】



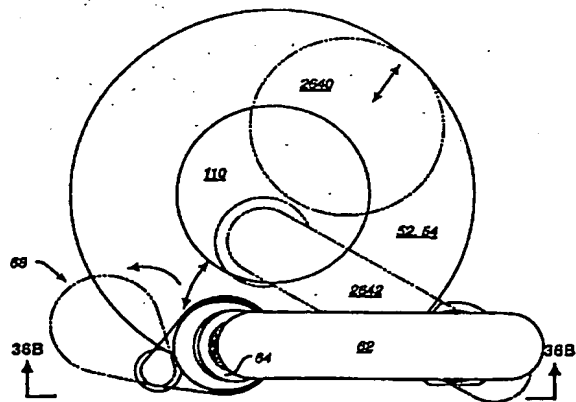
【図39C】



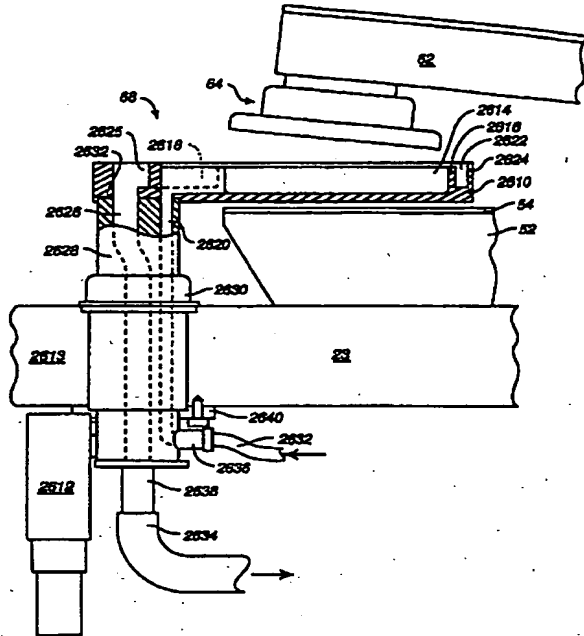
【図39A】



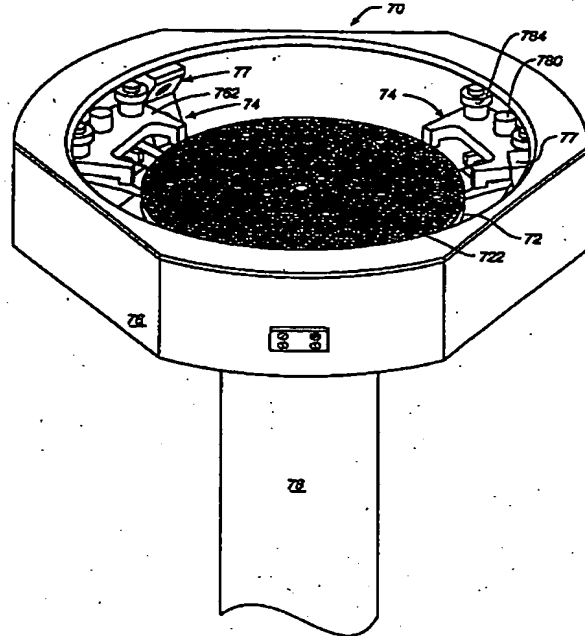
【図39B】



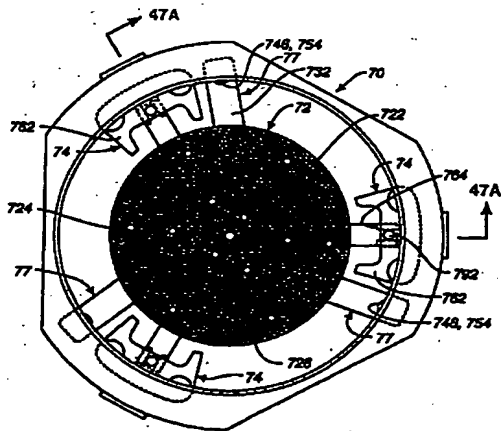
【図37】



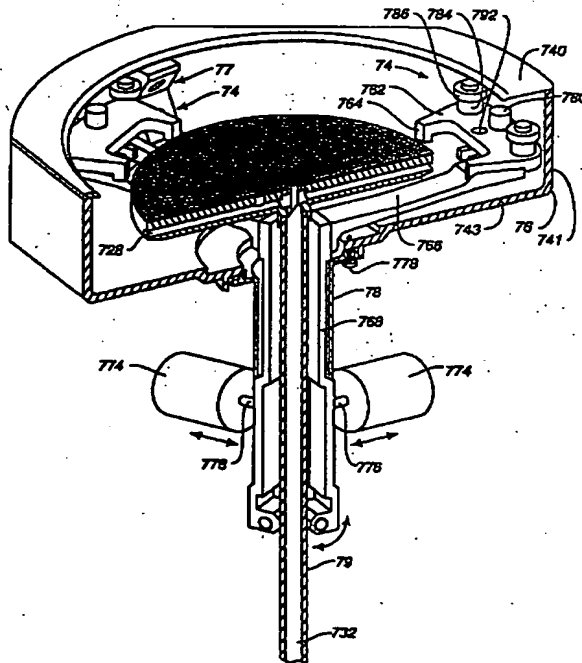
【図40】



【図41】

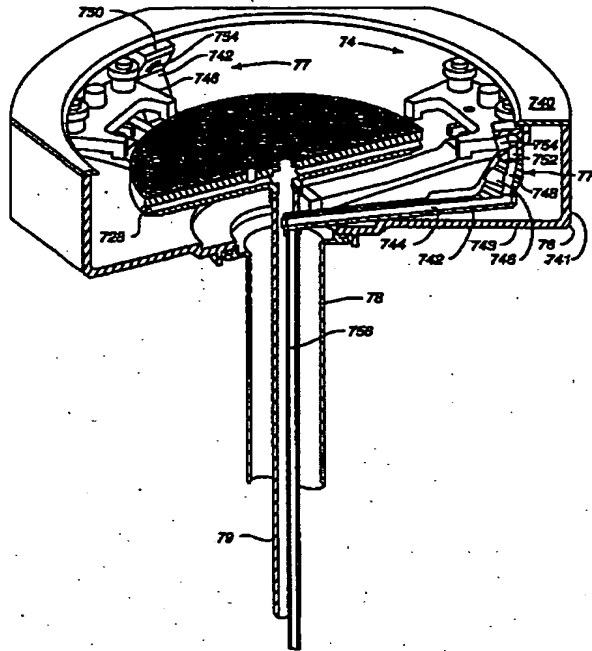


【図42】

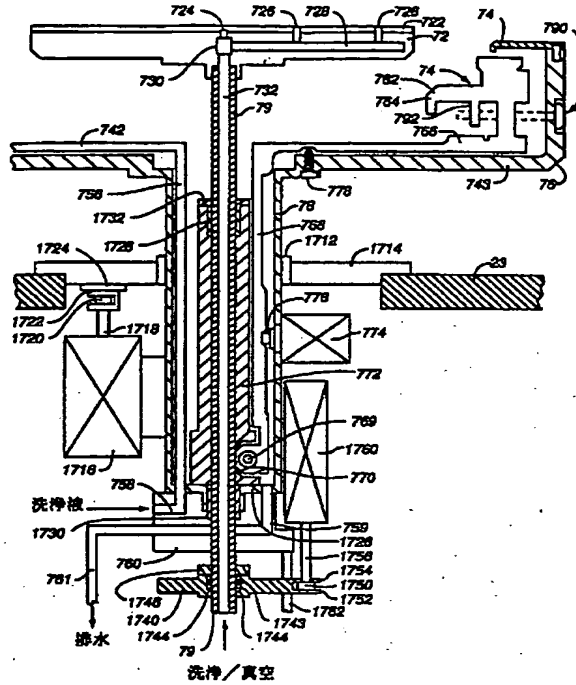




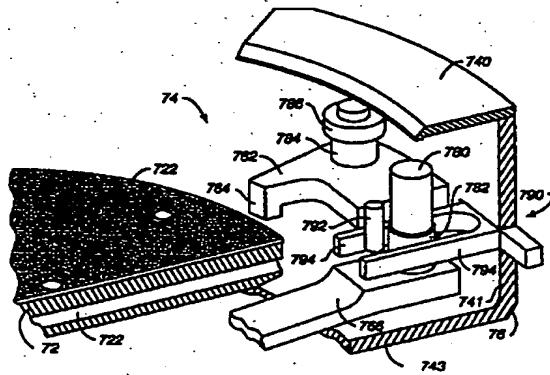
【図43】



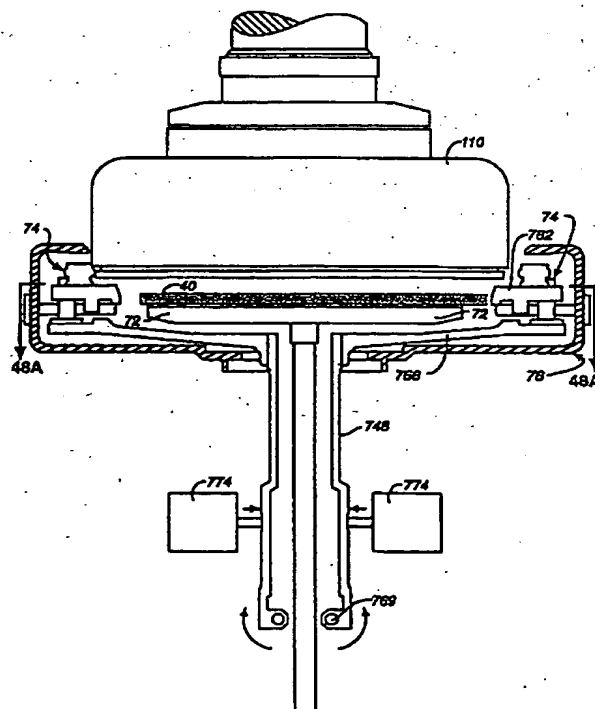
【図44】



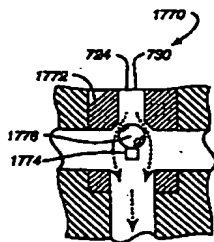
【図45】



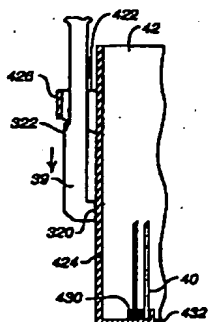
【図47B】



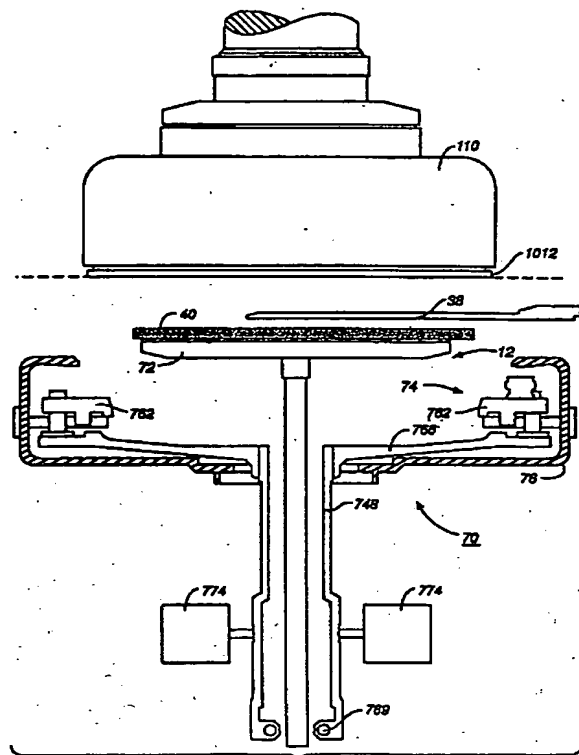
【図50C】



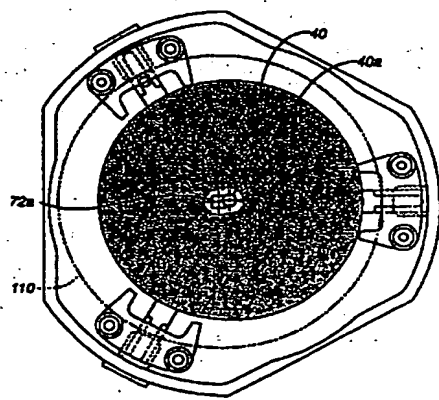
【図71A】



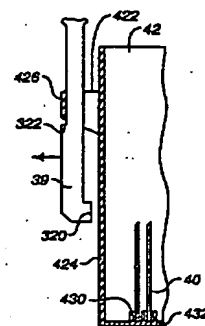
【図47A】



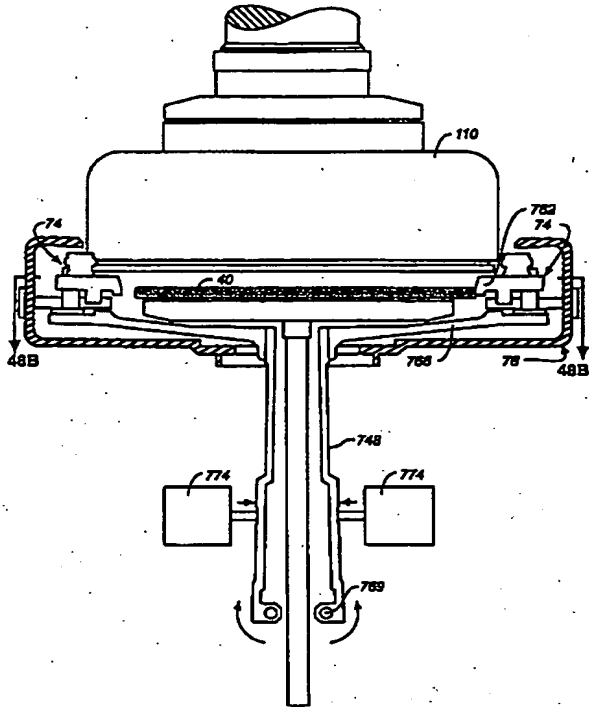
【図48B】



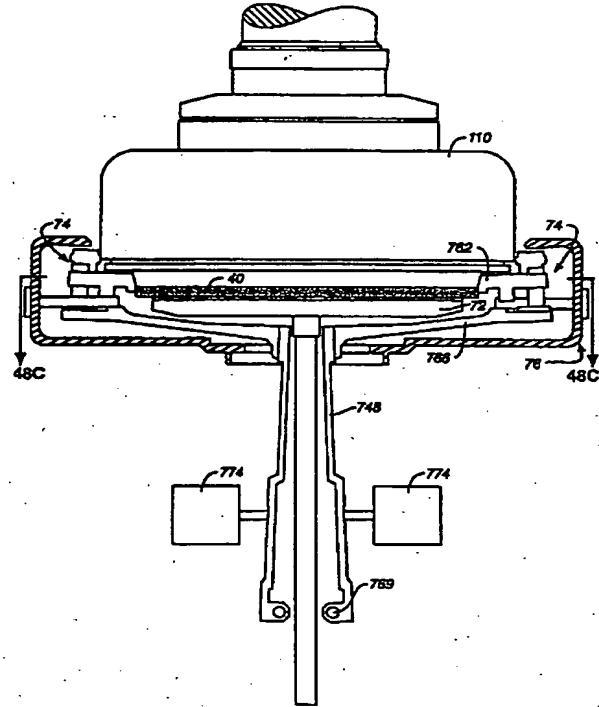
【図 7 1 B】



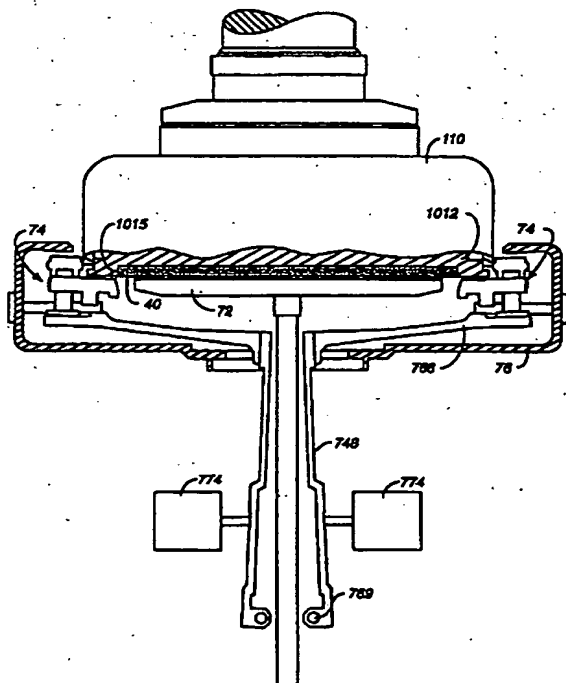
【図47C】



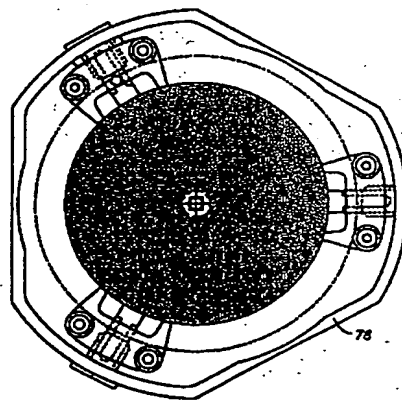
【図47D】



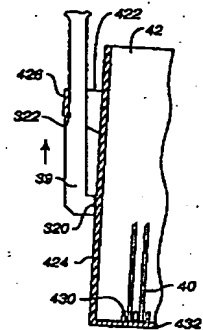
【図47E】



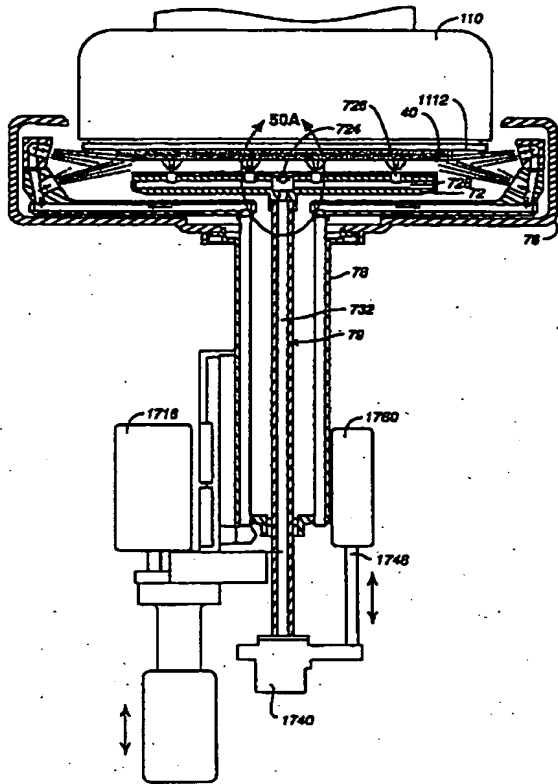
【図48C】



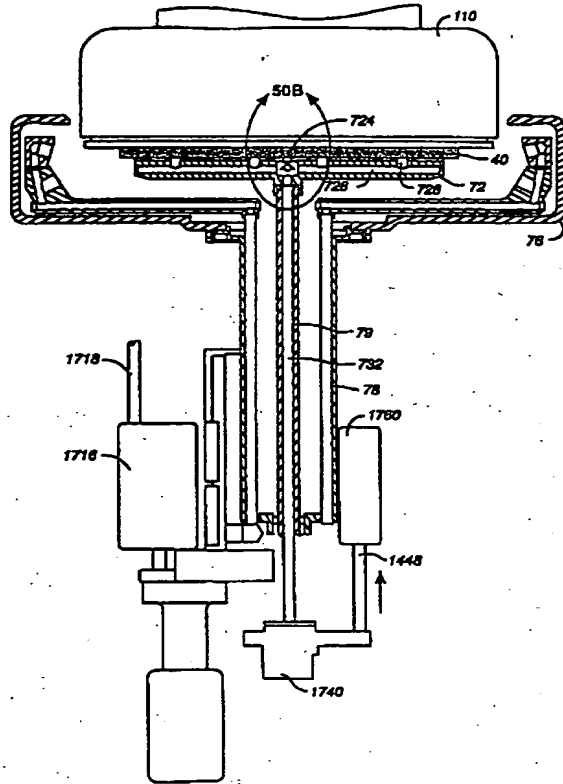
【図71C】



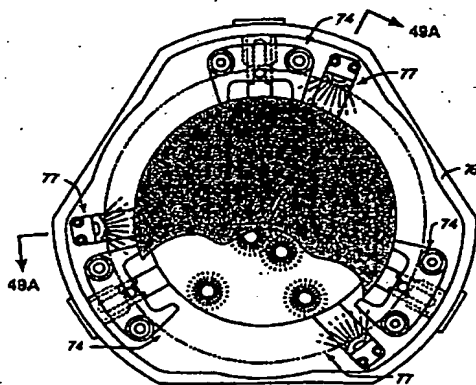
【図49A】



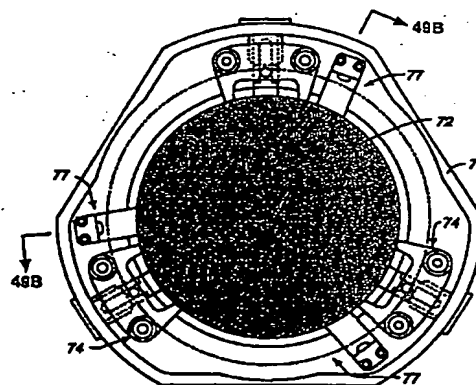
【図49B】



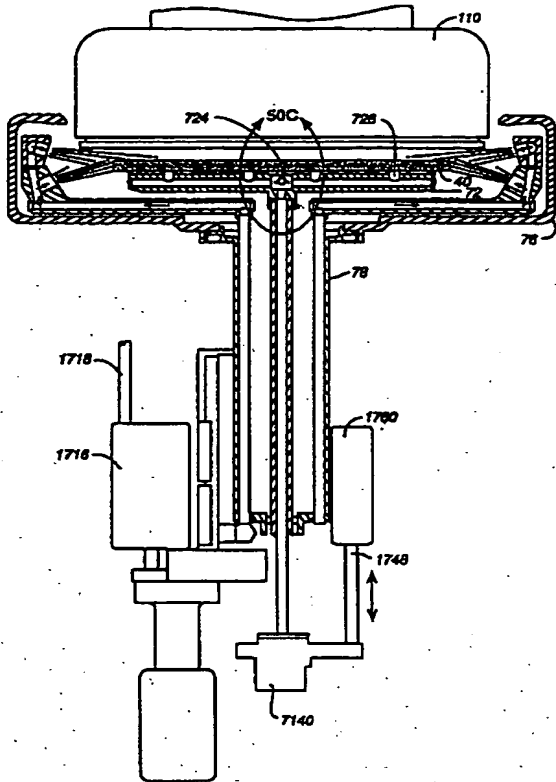
【図51A】



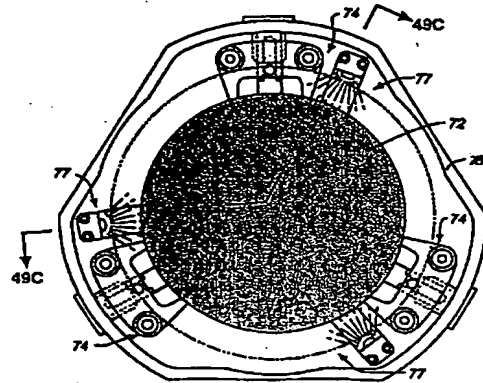
【図51B】



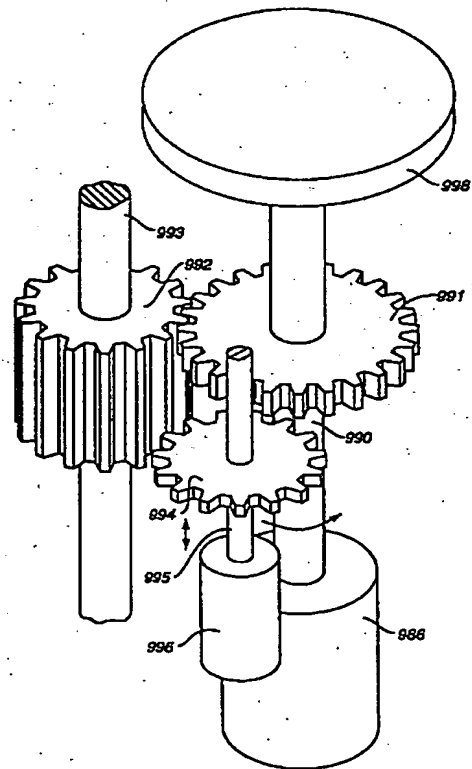
【図49C】



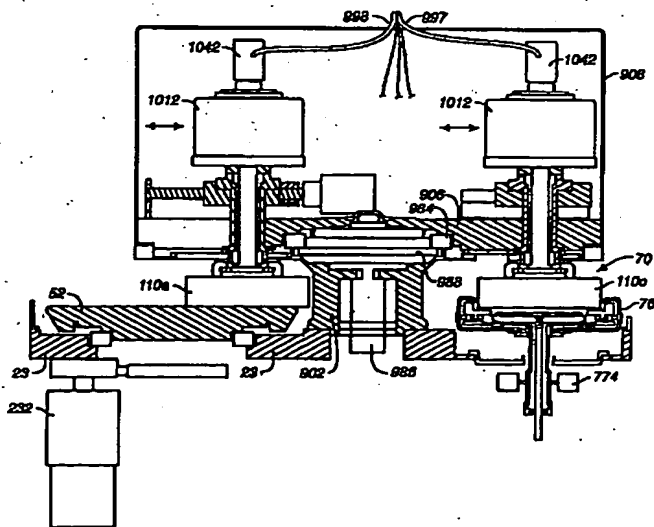
【図51C】



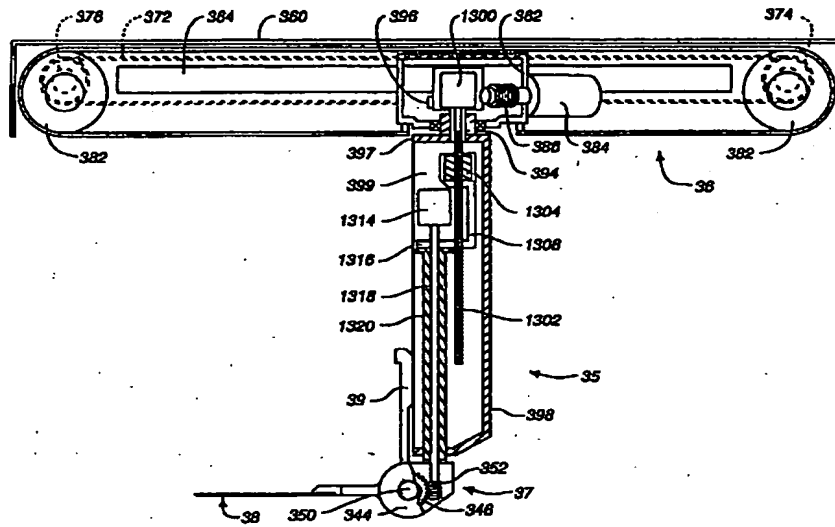
【図53】



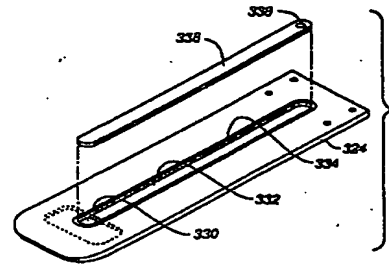
【図52】



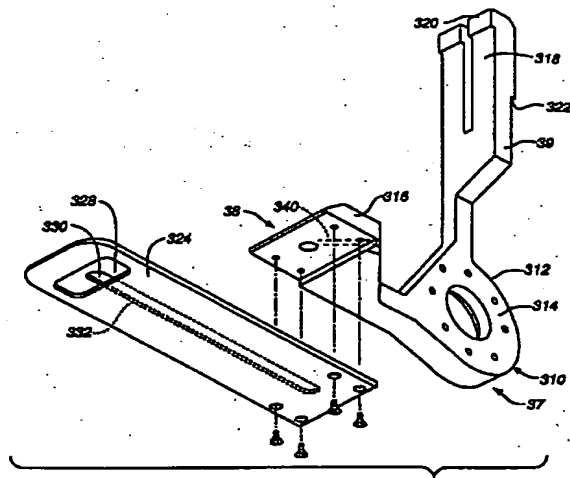
【図54】



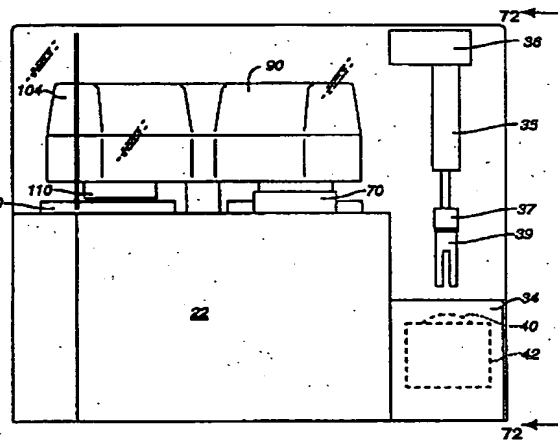
【図56】



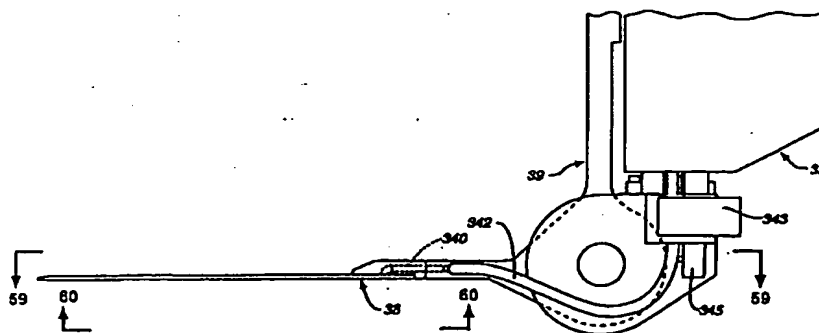
【図55】



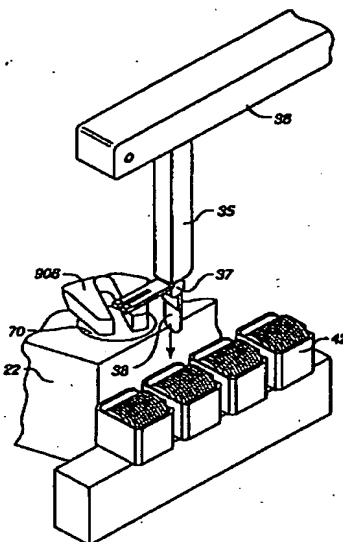
【図66】



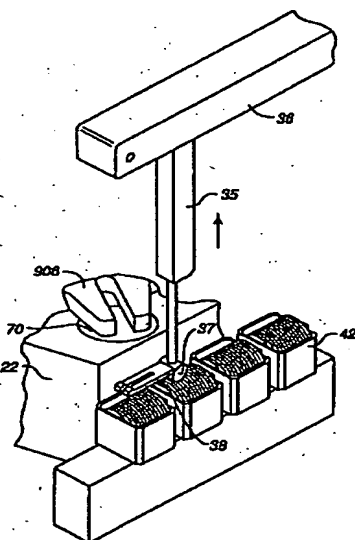
【図58】



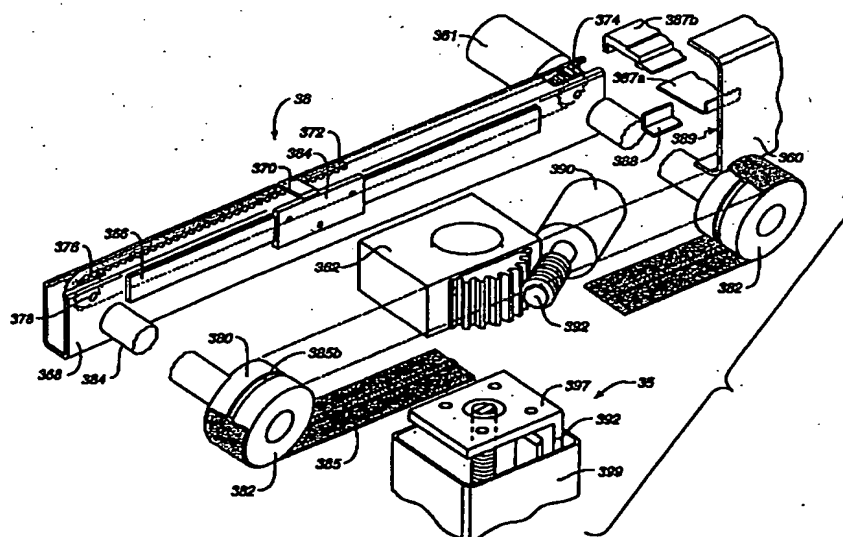
【图70A】



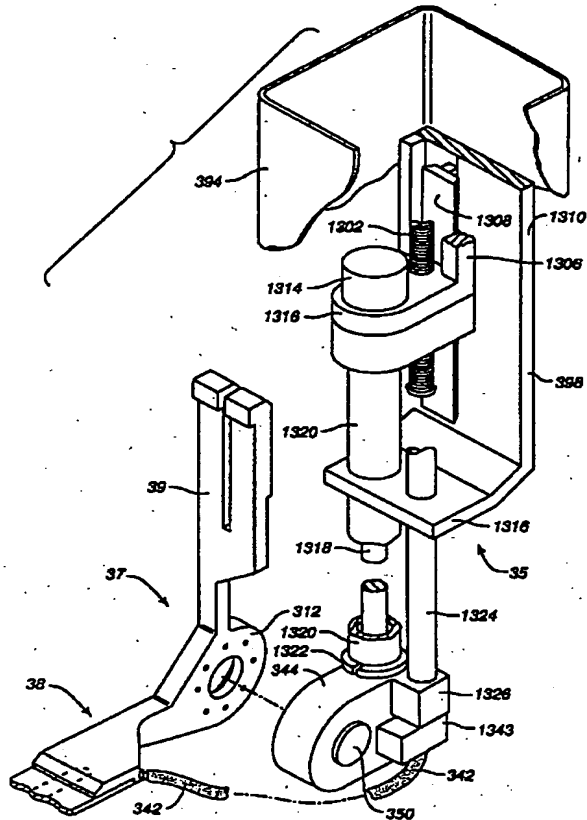
【図70B】



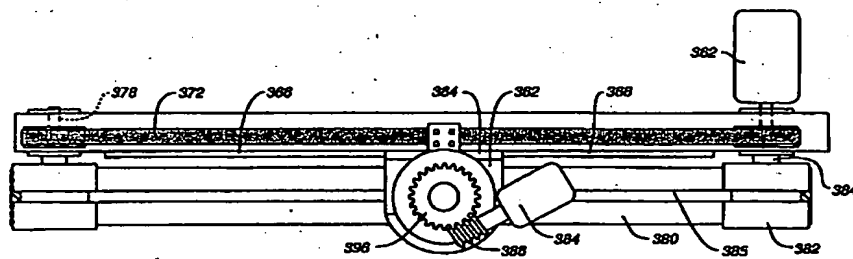
【圖 6 2】



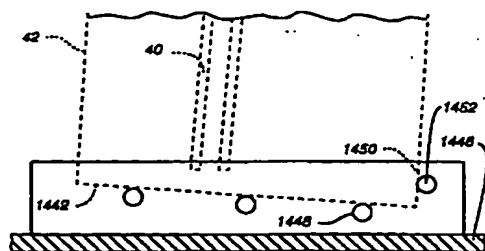
【図61】



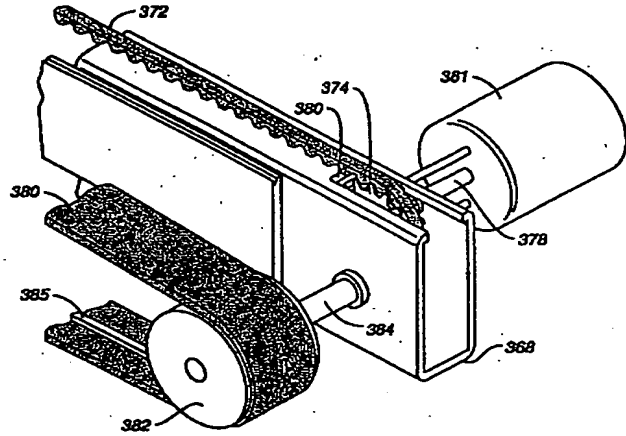
【図64】



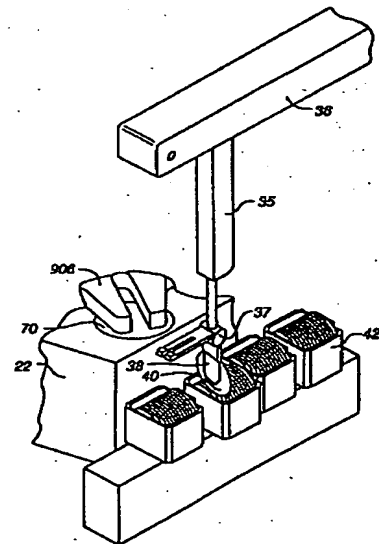
【図69】



【図63】

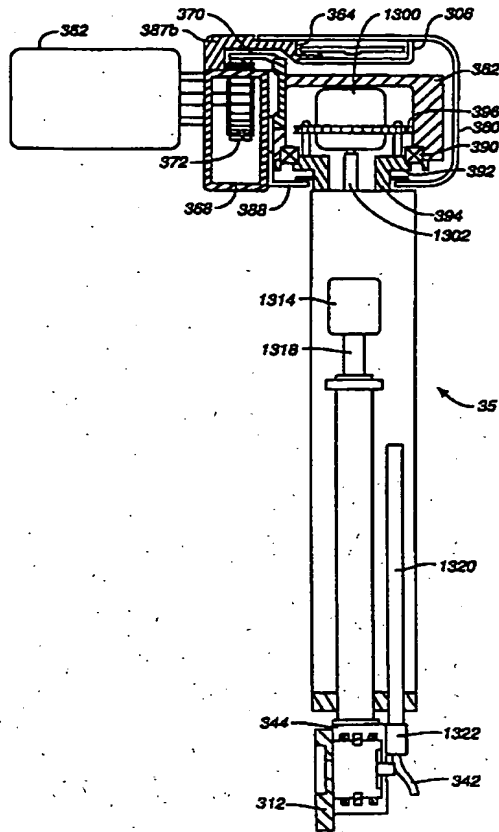


【図70C】

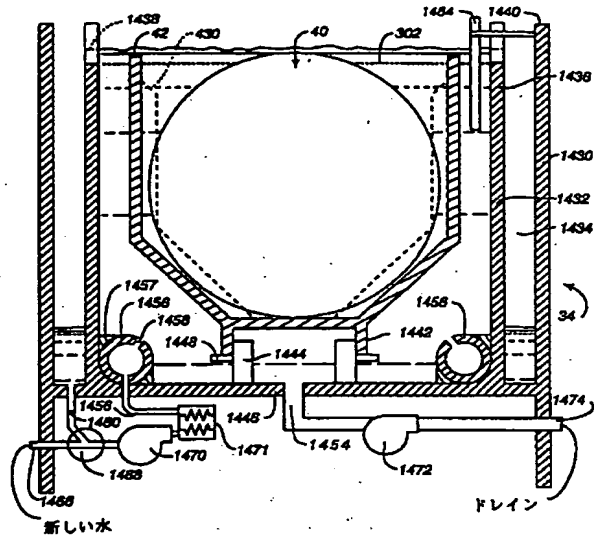




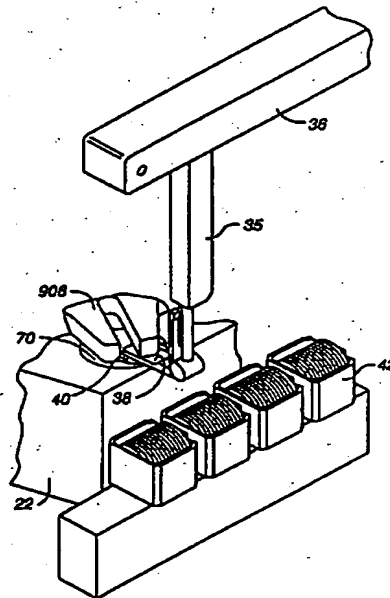
【図65】



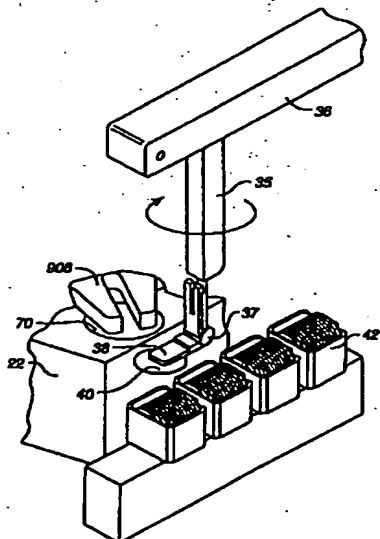
【図67】



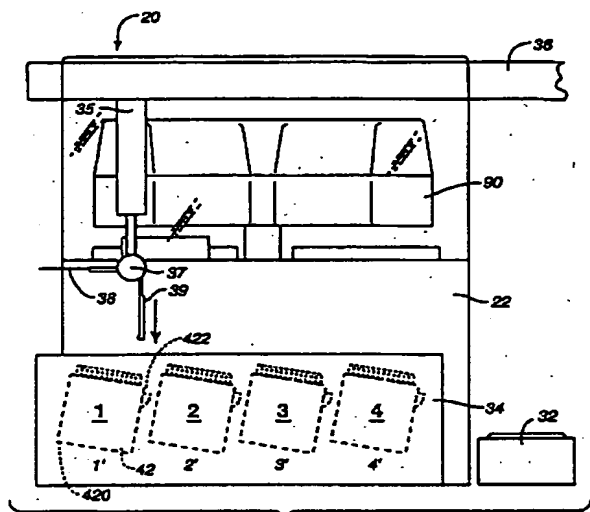
【図70E】



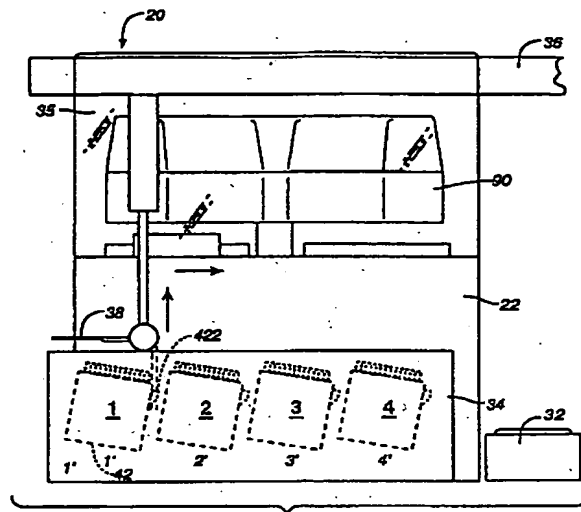
【図70D】



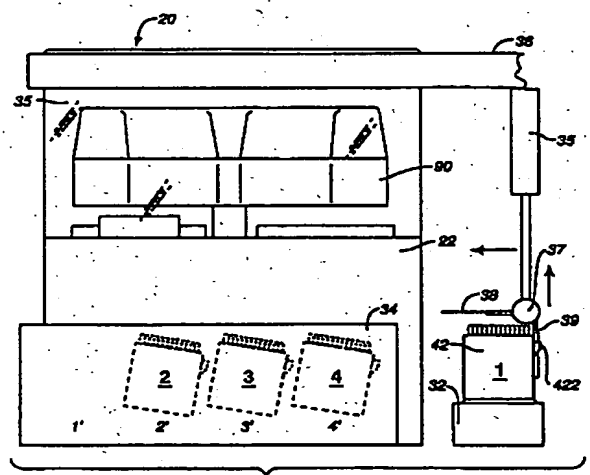
【図72A】



【図72B】



【図72C】



フロントページの続き

(72)発明者 イリア ベルロフ  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サンタ クララ、ブレイク アヴェニュー  
183

(72)発明者 ユージーン ギャントヴァーグ  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サンタ クララ、フォーベス アヴェニ  
ュー 2679

(72)発明者 ハリー キュー、リー  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
マウンテン ヴュー、ダブリュー、ミ  
ドルフィールド ロード 2261

(72)発明者 ロバート ディー、トレス  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サンタ クララ、サン アントニオ ド  
ライヴ 2167

(72)発明者 ノーム シェンドン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サン カルロス、 ノーザム アヴェニュー  
ー 34

(72)発明者 サソン サムク  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
ロス アルトス ヒルズ、ムーディー  
ロード 25625

Fターム(参考) 3C058 AA07 AB03 AB04 AB08 CB03  
DA17